ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome II des *Procès-verbaux de la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut national des Sciences et des Arts* (An XII-1807) est en distribution au Secrétariat.

M. le **Président du Bureau des Longitudes** transmet un vœu formulé par la *Conférence internationale de l'Heure*, qui prie l'Académie de bien vouloir soumettre à l'Association internationale des Académies le projet de création d'une *Commission internationale de l'Heure*.

ZOOLOGIE. — Dugastella marocana, *crevette primitive nouvelle de la famille des Atyidés*. Note de M. **E.-L. Bouvier**.

Parmi les matériaux entomologiques généreusement offerts au Muséum par M[me] du Gast à la suite de sa campagne scientifique aux environs de Mogador et d'Agadir, je viens de reconnaître une crevette d'eau douce qui mérite à tous égards d'attirer l'attention des biologistes. Cette crevette appartient à la famille des Atyidés; elle fut prise dans la source de Settat par le zoologiste de l'expédition, M. Boutarel, qui fit en même temps main basse sur quelques *Gammarus pulex* L. La capture se réduit à quatre

exemplaires; elle est d'ailleurs largement suffisante pour permettre de fixer les traits de la forme nouvelle, qui compte parmi les plus frappantes et les mieux caractérisées de la famille atyienne. Cette forme représente le type d'un genre nouveau, pour lequel je propose le nom de *Dugastella;* je l'appellerai *Dugastella marocana* pour associer au nom de l'exploratrice celui du pays exploré.

Afin de bien mettre en lumière l'importance et la signification du nouveau genre, il convient de rappeler :

1° Que les Atyidés, crevettes d'eau douce, se rattachent aux crevettes marines de la famille des Acanthéphyridés par le genre *Xiphocaris* qui présente de nombreuses branchies (12 de chaque côté) et dont toutes les pattes sont encore formées de deux rameaux, l'un interne ou endopodial qui est la patte proprement dite, l'autre exopodial et natatoire, en forme de long fouet; 2° que l'évolution de la famille se manifeste par la disparition progressive des exopodites, la réduction du nombre des branchies, le développement d'un bouquet de longues soies aux extrémités des pinces qui terminent les pattes des deux paires antérieures ou chélipèdes, et la modification de ces pinces dont la portion palmaire devient saillante à son origine et peut s'appliquer dans une échancrure carpienne correspondante; 3° que les Atyidés de la région méditerranéenne sont représentés seulement par deux espèces, ayant l'une et l'autre des carpes échancrés, la *Troglocaris Schmidti* Dormitzer qui a 8 paires de branchies de chaque côté et des exopodites sur toutes les pattes, sauf celles de la dernière paire, et l'*Atyaëphyra Desmaresti* Millet où les branchies se réduisent à 7 paires et où l'on ne trouve plus d'exopodites sur les pattes situées en arrière des chélipèdes; 4° que l'*Atyaëphyra Desmaresti* est largement répandue dans les eaux douces de toute l'Europe tempérée et du nord de l'Afrique, tandis que la *Troglocaris Schmidti* est localisée dans les cavernes obscures de la Carniole où ses pédoncules oculaires se sont réduits, où ses yeux se sont atrophiés, où ses téguments sont devenus minces et mous, perdant la rigidité qui appartient aux membres normaux de la série crustacéenne.

Ces faits étant connus, examinons les caractères génériques de notre *Dugastella*. Tout d'abord, elle présente le même nombre d'exopodites que les *Xiphocaris*, et cela suffit pour lui donner place parmi les Atyidés primitifs; toutefois, elle a beaucoup moins de branchies que les *Xiphocaris* (huit au lieu de douze) et ses exopodites sont en voie de régression manifeste, tous étant réduits et les derniers pouvant même totalement disparaître chez les mâles.

La *Dugastella* se trouve donc à un état d'évolution plus avancé que les *Xiphocaris;* par contre, elle se rapproche beaucoup des autres Atyidés primitifs, les *Xiphocaridina* qui habitent les terres indo-pacifiques, les *Syncaris* qui sont propres à la Californie, les *Palaemonias* des cavernes des États-Unis, les *Troglocaris* des cavernes de la Carniole et les *Atyaëphyra* qui sont

localisées dans la région méditerranéenne. Comme toutes ces formes, la *Dugastella* présente, plus ou moins développé, un appareil exopodial, des branchies peu nombreuses ([1]), une paire d'épines supra-orbitaires, et une forte épine mobile à la base de la fausse articulation de l'exopodite uropodial. Mais elle occupe une place tout à fait particulière dans ce groupe : les carpes de ses chélipèdes sont tous échancrés en avant, ce qui la distingue des *Xiphocaridina* et des *Syncaris* où les carpes de la paire antérieure sont seuls échancrés; ses branchies sont au nombre de huit, ce qui la distingue des *Palaemonias* et des *Atyaëphyra* où ce nombre est plus réduit ; son appareil exopodial est au complet, ce qui la rapproche des *Xiphocaridina* et des *Palaemonias*, mais l'éloigne des trois autres genres où l'appareil est plus ou moins réduit (les exopodites font défaut sur les pattes de la paire postérieure dans les *Troglocaris* et certains *Syncaris* sur les pattes des trois dernières paires dans les autres *Syncaris* et la *Atyaëphyra*); elle voisine avec les *Syncaris* en ce sens qu'elle présente une épine à l'angle antéro-inférieur de la carapace ; — enfin elle se rapproche des genres cavernicoles *Troglocaris* et *Palaemonias* par la structure de ses téguments qui sont très peu calcifiés ou pas du tout, mais elle n'ést point aveugle comme les espèces de ces deux genres et sa cornée très normale est fortement pigmentée de noir.

En somme la *Dugastella* se rapproche surtout des *Syncaris* californiens, et comme ce dernier genre dérive probablement des Xiphocaridines, on pourrait la définir : une *Xiphocaridina* où les exopodites se réduisent en dimensions, où les chélipèdes des deux paires ont acquis le caractère atyien, où une épine s'est développée, comme chez les *Syncaris*, à l'angle antéro-inférieur de la carapace.

Les caractères spécifiques de la *Dugastella marocana* ne sont pas moins tranchés. La carapace est courte et se termine par un long rostre qui atteint ou dépasse l'extrémité des pédoncules antennulaires; ce rostre est en forme de sabre et présente en avant des yeux une armature bien développée : douze à quatorze spinules du côté dorsal, deux à cinq denticules du côté ventral. L'épine infra-orbitaire de la carapace est assez saillante. Les pédoncules oculaires sont très normaux ; ils dépassent le milieu du premier article des pédoncules antennulaires et se terminent par une cornée

---

([1]) Les quatre paires d'arthrobranchies des *Xiphocaris* disparaissent dans toutes ces formes, et même dans les *Atyaëphyra*, les branchies supérieures réduites des pattes-mâchoires postérieures. C'est à tort que j'avais indiqué jadis une arthrobranchie à la base des chélipèdes antérieurs chez les *Troglocaris*.

très noire légèrement dilatée. L'acicule des antennules est étroit, fort aigu, aussi long ou un peu plus long que le premier article pédonculaire qui présente en avant et en dehors un prolongement spiniforme à peu près égal à la moitié de l'article suivant; le fouet externe des antennules est fortement dilaté sur une assez grande partie de sa longueur. L'article basal des pédoncules antennaires est armé d'une épine; l'écaille des mêmes appendices dépasse assez fortement l'extrémité des pédoncules antennulaires et présente en dehors, à quelque distance de son sommet, une pointe triangulaire assez large.

Au contraire de ce que l'on observe dans la *Troglocaris Schmidti*, la lacinie antérieure des maxilles ne proémine pas en avant de son bord spinuleux, le lobe postérieur de l'exopodite des mâchoires se termine par un long bouquet de soies, et la languette exopodiale des pattes-mâchoires antérieures s'incline assez fortement du côté interne; au surplus, comme dans les autres Atyidés primitifs, on observe un rétrécissement terminal sur l'endopodite des mâchoires et des pattes-mâchoires antérieures qui se distinguent, d'un autre côté, par le grand développement de leur lacinie externe. L'épipodite des pattes-mâchoires intermédiaires est long, branchifère; le doigt des mêmes appendices est médiocre, d'ailleurs complètement fusionné avec le propodite. Le dernier article des pattes-mâchoires postérieures est un peu plus long que l'article précédent; il se termine par une simple griffe et porte, dans sa moitié terminale, neuf ou dix paires d'épines longues et grêles.

Les pinces de la paire antérieure sont un peu plus longues que le carpe qui est fortement échancré en avant pour recevoir leur saillie palmaire; elles ne présentent pas la forte inflexion qu'on observe dans la *Troglocaris Schmidti* et leurs doigts sont un peu plus longs que la portion palmaire. Chez les femelles, l'exopodite atteint presque, ou dépasse, l'extrémité distale du méropodite; chez les mâles, il est notablement plus court. Dans les chélipèdes de la paire suivante, l'exopodite est déjà bien plus court et atteint au plus le milieu de l'ischiopodite; le corps est grêle et profondément excavé en avant, les pinces sont plus courtes que le carpe, légèrement infléchies, avec des doigts plus longs que la portion palmaire. Les pattes ambulatoires se distinguent par la brièveté de leurs exopodites qui se réduisent à de courtes lanières et qui peuvent même s'atrophier ou disparaître totalement sur la paire postérieure dans le mâle; leur méropodite est armé de deux forts éperons, leur carpe d'un éperon semblable. Dans les deux paires antérieures, le doigt égale presque le quart de la

longueur du propodite et porte six épines en arrière de la griffe terminale qui est forte et arquée; dans les pattes de la dernière paire, le doigt égale, pour le moins, le tiers du propodite, et porte une armature serrée de trente-cinq à quarante épines.

Les épimères du segment antérieur de l'abdomen sont arrondis dans les deux sexes. Les deux rames des uropodes sont subégales et bien plus longues que le telson qui se termine par une extrémité en angle obtus frangée de dix à douze fortes soies pennées; l'article basal des uropodes se prolonge en pointe.

Les quatre exemplaires, deux mâles et deux femelles, sont adultes; leur longueur varie entre 15^{mm} pour les mâles et 20^{mm} pour les femelles.

En dehors du vif intérêt qu'elle présente au point de vue de l'histoire phylogénétique du groupe, la *Dugastella marocana* mérite l'attention des évolutionnistes à cause de la calcification nulle ou très réduite des téguments qui lui donnent la plus grande ressemblance avec les espèces cavernicoles, notamment avec la *Troglocaris Schmidti*, bien qu'elle vive à ciel ouvert et qu'elle présente des yeux normaux. Cette faiblesse des téguments, cette absence presque complète de calcification doivent-elles être considérées comme des *caractères préadaptatifs* qui prédisposent l'espèce à la vie cavernicole ou faut-il voir, dans cette structure si particulière, le résultat d'un genre de vie spécial qui serait déjà plus ou moins analogue à celui des troglobies?

La première hypothèse me paraît la plus vraisemblable et tout à fait d'accord avec les vues de M. Cuénot qui a, je crois, proposé, avant tout autre, l'expression de *caractères préadaptatifs*. En effet, d'après les notes qui me sont communiquées par Mme du Gast, Settat est située dans une cuvette dont le fond est occupé par la source où furent trouvés les *Dugastella;* cette source est certainement alimentée par la même nappe souterraine que les puits creusés sur les flancs de la cuvette, car la profondeur de ces derniers augmente à mesure qu'on s'élève sur les flancs, et l'eau qu'ils fournissent présente une composition semblable; c'est une eau saumâtre qui contient 0^{g},615 de sel marin par litre, un peu moins que l'eau des puits situés en d'autres points de la Chaouïa; d'ailleurs, la source, comme les puits de la cuvette, ne tarissent pas en été. Nous sommes donc en présence d'une nappe dont l'alimentation est régulière et qui doit occuper une vaste étendue. D'un autre côté, on ne connaît pas de caverne dans la région, et la source elle-même ne semble pas caverneuse; M. Boutarel, en effet, y a capturé des Gammarides en même temps que des *Dugastella*, et ces crevet-

tines, soumises au savant examen de M. Chevreux, ont été reconnues pour des *Gammarus pulex* L. Or, le *Gammarus pulex* est une espèce qui vit en pleine lumière; on la trouve dans les sources de nos pays, où elle pullule souvent, et aussi, d'après M. Chevreux, dans les sources du nord de l'Afrique, puisqu'elle fut capturée à Tougourt par M. le professeur Raphaël Blanchard. Les exemplaires de Settat ressemblent tout à fait à ceux de nos régions : leurs yeux sont complètement normaux, leurs téguments bien calcifiés; il n'y a pas trace, dans ces crevettines, d'adaptation à la vie souterraine.

Ce n'est donc point à un commencement d'adaptation à ce genre de vie que les *Dugastella* doivent la faiblesse de leurs téguments ([1]); ce n'est pas non plus à l'absence de calcaire dans la source de Settat, car les eaux de cette source contiennent une proportion notable de carbonate de chaux ($0^g,233$ par litre) qui suffit aux *Gammarus* et devrait également suffire à notre *Dugastella*. Faut-il croire que cette dernière fut capturée tout de suite après la mue? C'est possible, mais bien peu probable, les quatre exemplaires étant au même état, l'un pourtant un peu moins décalcifié que les autres. Nous serons fixés sur ce point quand on aura fait d'autres captures dans la même source. En attendant, il y a lieu de croire que nous sommes en présence d'une espèce peu protégée par son tégument et, par là même, prédisposée à la vie cavernicole; dans un refuge souterrain, cette crevette se trouverait dans des conditions d'infériorité moins fâcheuses, perdrait sans doute ses yeux et acquerrait de la sorte une ressemblance encore plus grande avec les *Troglocaris* de la Carniole. Voilà un sujet de recherches tout indiqué aux futurs explorateurs du Maroc.

M. L.-E. Bertin fait hommage à l'Académie de son *Mémoire au sujet du navire à vapeur sur son cercle de giration*.

([1]) Les Crustacés cavernicoles qui sont entraînés au dehors par les sources conservent absolument tous leurs caractères de troglobies : exemple, la *Typhlocirolana fontis*, trouvée par M. Gurney, près de Biskra, en 1908. Et inversement, les Crustacés de surface entraînés dans les nappes souterraines sont rejetés avec tous leurs caractères d'animaux lucicoles : exemple, les crabes du genre *Potamon*, trouvés par M. Rolland (1894), dans les eaux artésiennes du Sahara algérien.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Arloing*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 49,

M. Imbeaux	obtient	....	33 suffrages
M. Neumann	»	....	8 »
M. Balland	»	....	7 »
M. Fabre	»	....	1 suffrage

M. **Imbeaux**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **H. Omont** fait hommage à l'Académie des Sciences, de la part de l'auteur, M. l'abbé Chaîne, d'un exemplaire du nouveau *Catalogue des manuscrits éthiopiens* recueillis par Antoine d'Abbadie durant ses douze années de séjour en Éthiopie (1837-1849) et déposés en 1902 par l'Académie des Sciences à la Bibliothèque nationale. Il ajoute :

« Une description raisonnée de cette précieuse collection avait été rédigée jadis par Antoine d'Abbadie lui-même et imprimée à ses frais en 1859. Mais depuis cette date notre savant et regretté Confrère n'avait cessé ses recherches sur la langue et la littérature éthiopienne, aussi le nombre des manuscrits décrits dans le nouveau Catalogue publié est-il passé de 234 à 283.

» En même temps qu'elles donneront la nomenclature de ces nouveaux manuscrits, les descriptions complètes et précises de M. l'abbé Chaîne permettront aux érudits d'apprécier exactement le contenu et l'intérêt des manuscrits éthiopiens recueillis par Antoine d'Abbadie et si libéralement mis à leur disposition par l'Académie des Sciences. »

M. **Axel Johannessen**, Secrétaire général de l'Académie des Sciences et des Lettres de Christiania; M. **Istrati**, Doyen de la Faculté des Sciences de Bucarest, adressent à l'Académie l'expression de leurs sentiments de condoléance à l'occasion de la mort de M. *Henri Poincaré*.

MM. **Houard**, **E. Sollaud** adressent des Rapports relatifs à l'emploi qu'ils ont fait et aux travaux qu'ils ont exécutés à l'aide des subventions qui leur ont été accordées sur le *Fonds Bonaparte*.

MM. **H. Lebesgue**, **A. Perot** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux fascicules du *Conspectus floræ Africæ*, par Th. Durand et Hans Schinz.

2° Le fascicule II (*Observations*), année 1910, des *Annales du Bureau central météorologique*, publiées par A. Angot, Directeur du Bureau.

3° Deux fascicules de *The danish Ingolf-Expedition : Ceriantharia*, par Oskar Carlgren, et *Lamellibranchiata*, Partie I, par Ad.-S. Jensen.

4° *Leçons de Chimie*, par Henri Gautier et Georges Charpy; 5e édition, par Georges Charpy. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques généralisations des théorèmes de M. Picard*. Note de M. **Paul Montel**, présentée par M. Émile Picard.

1. Nous dirons qu'une famille de fonctions $f(x)$, méromorphes dans le domaine connexe D, est une famille *normale*, si, de toute suite infinie de fonctions de cette famille, on peut extraire une suite nouvelle convergeant uniformément vers une fonction méromorphe ou vers l'infini [1].

---

[1] Une suite infinie de fonctions $f_n(x)$ converge uniformément au point x_0 si, à chaque nombre ε, correspond un cercle de centre x_0, tel que, pour n assez grand et x

Soient m, n, p, trois entiers positifs vérifiant l'inégalité

$$\frac{1}{m}+\frac{1}{n}+\frac{1}{p}<1,$$

et supposons que les racines des équations

$$(\alpha) \qquad f(x)=0, \qquad f(x)=1, \qquad f(x)=\infty,$$

contenues dans D, aient leurs ordres de multiplicité divisibles par m pour la première équation, par n pour la seconde, par p pour la troisième ; de telles racines seront dites *régulières* respectivement par rapport aux entiers m, n, p. La famille des fonctions $f(x)$, méromorphes dans le domaine connexe D où les racines des équations (α) sont régulières, est une famille normale. Cela résulte d'un théorème établi par MM. Carathéodory et Landau [1].

2. Considérons la famille ($\mathcal{F}$) des fonctions $f(x)$ méromorphes dans le cercle C de centre $x=0$ et de rayon R, qui prennent au centre la valeur finie a_0 et telles que les racines des équations (α), intérieures à C, soient régulières. Dans le cercle concentrique à C et de rayon $\frac{R}{2}$, le nombre des pôles de chaque fonction $f(x)$ est inférieur à un nombre fixe, indépendant de R. On en conclut que :

I. *Si une fonction $f(x)$ est méromorphe dans tout le plan, il y a au moins une racine des équations (α) qui n'est pas régulière.*

Les pôles des fonctions de la famille ($\mathcal{F}$) sont tous à l'extérieur d'un cercle concentrique à C et de rayon ρ, et le rapport $\frac{\rho}{R}$ ne dépend que de a_0, m, n, p. Dans le cercle de centre O et de rayon $\frac{\rho}{2}$, les modules des fonctions $f(x)$ sont inférieurs à un nombre fixe indépendant de R. On peut alors démontrer les propositions suivantes :

---

dans ce cercle, on ait $|f(x)-f_n(x)|<\varepsilon$ si $f(x_0)$ est fini ou $\left|\frac{1}{f(x)}-\frac{1}{f_n(x)}\right|<\varepsilon$ si $f(x_0)$ est infini. La convergence est uniforme dans un domaine D si elle est uniforme en chaque point intérieur à D.

(1) *Beiträge zur Konvergenz von Funktionenfolgen* (*Sitzungsberichte der K. K. Ak. der Wissenschaften*, 1911, p. 605).

II. *Soit*

$$f(x) = a_0 + a_1 x + \ldots,$$

le développement taylorien d'une fonction méromorphe dans le cercle C *où les racines des équations* (α) *sont régulières et supposons que* a_1 *ne soit pas nul, on a*

$$R < \frac{N(a_0)}{|a_1|}.$$

Le nombre $N(a_0)$ dépend de a_0, m, n, p seulement et demeure borné si $|a_0|$ est borné.

III. *Soit* $f(x)$ *une fonction méromorphe autour de l'origine qui est un point essentiel de cette fonction : l'une au moins des équations* (α) *a une infinité de racines non régulières, quels que soient les entiers* m, n, p *dont la somme des inverses est inférieure à l'unité.*

On peut, dans ce qui précède, remplacer les équations (α) par les équations

$$f(x) = a, \qquad f(x) = b, \qquad f(x) = c;$$

a, b, c étant trois nombres fixes différents, ou trois nombres, variables avec la fonction $f(x)$, mais tels que les ensembles des valeurs limites de ces nombres a, b ou c n'aient, deux à deux, aucun point commun. Dans le cas où $m = n = p = c = \infty$, on retrouve les théorèmes classiques de M. Picard et le théorème classique de M. Landau.

3. Considérons la famille des fonctions $f(x)$, méromorphes dans le domaine D où le nombre des racines non régulières des équations (α) ne dépasse pas l'entier fixe k : de toute suite infinie de fonctions $f(x)$, on peut extraire une suite nouvelle convergeant uniformément vers une fonction méromorphe ou vers l'infini, *sauf peut-être pour un nombre fini de points de* D. C'est une famille *quasi-normale* [1]. Les points où la convergence peut cesser sont des points limites de racines non régulières de l'une des équations (α). On est ainsi conduit à la proposition :

IV. *Soit*

$$f(x) = a_0 + a_1 x + \ldots \qquad (a_1 \neq 0)$$

le développement taylorien d'une fonction méromorphe dans le cercle C *de*

---

[1] P. Montel, *Sur les familles de fonctions analytiques qui admettent des valeurs exceptionnelles* (*Annales de l'École Normale*, 1912, p. 503).

centre origine et de rayon R; *supposons que le nombre des racines non régulières et intérieures à* C *des équations* (α) *ne dépasse pas un entier fixe* k *et que ces racines soient à une distance de l'origine au moins égale à* θR ($0 < \theta < 1$). *Dans ces conditions, le nombre* R *vérifie l'inégalité*

$$R < \frac{N(a_0, \theta, k)}{|a_1|}.$$

$N(a_0, \theta, k)$ ne dépend que de a_0, θ, k, m, n, p et demeure borné si $|a_0|$ est borné. Dans ce dernier théorème, comme dans le théorème II, on obtient des inégalités analogues en remplaçant a_1 par un autre coefficient

$$a_n \ (n > 1, \ a_n \neq 0)$$

de la série.

L'hypothèse $m = n = p = c = \infty$ permet de retrouver un théorème que j'ai énoncé précédemment [1].

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants du calcul des variations.* Note de M. **Th. de Donder**, présentée par M. Appell.

I. Dans une Note récente publiée dans ces *Comptes rendus* (séance du 23 septembre 1912), nous avons étudié certains invariants du calcul des variations; nous étendrons ces résultats au cas où $x_1, \ldots, x_n$ dépendent de *plusieurs* variables indépendantes $t_1, \ldots, t_\tau$; nous nous bornerons au cas où la fonction invariante $F(x_1, \ldots, x_n, x_1^1, x_1^2, \ldots, x_n^\tau, t_1, \ldots, t_\tau)$ ne renferme que les dérivées premières $x_1^1 \equiv \frac{\partial x_1}{\partial t_1}, \ldots, x_n^\tau \equiv \frac{\partial x_n}{\partial t_\tau}$, des x par rapport aux t.

On a l'identité

$$\delta F \equiv DF + \sum_1^\tau {}_\lambda \frac{\partial}{\partial t_\lambda} D_\lambda F,$$

où

$$DF \equiv \sum_1^n {}_s \left(F_{x_s} - \sum_1^\tau {}_\lambda \frac{\partial}{\partial t_\lambda} F_{x_s^\lambda} \right) \delta x_s \equiv \sum_1^n {}_s (s)\, \delta x_s$$

---

[1] *Sur les fonctions holomorphes qui admettent deux valeurs exceptionnelles dans un domaine* (*Comptes rendus*, 1911, 2e sem., p. 996).

et

$$D_\lambda F \equiv \sum_1^n {}_s F_{x_s^\lambda} \delta x_s \qquad (\lambda = 1, \ldots, \tau).$$

Nous remarquons que DF et les $D_\lambda F$ sont des *invariants* du groupe des transformations prolongées de $x_1, \ldots, x_n$. Nous trouvons, en outre, les $\frac{\tau(\tau+1)}{2}$ invariants différentiels

$$\sum_1^n {}_r \sum_1^n {}_s F_{x_s^\lambda x_r^\nu} \delta_1 x_r \delta_2 x_s \qquad (\lambda, \nu = 1, \ldots, \tau);$$

chacun des déterminants $H_{\lambda\nu}$ formés au moyen des $F_{x_r^\lambda x_s^\nu} (r, s = 1, \ldots, n)$ est égal au carré d'un multiplicateur du groupe (X) des transformations de $x_1, \ldots, x_n$. De ces formes différentielles quadratiques, on pourra aussi déduire une généralisation du paramètre différentiel de Lamé.

II. Supposons maintenant que $\int \ldots \int F(x_1, \ldots, x_n, x_1^1, \ldots, x_n^\tau) dt_1, \ldots, dt_\tau$ ait la *forme paramétrique* (1) (Weierstrass); pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que F soit linéaire et homogène en

$$\xi_{i_1, \ldots, i_\tau} \equiv \frac{\partial(x_{i_1}, \ldots, x_{i_\tau})}{\partial(t_1, \ldots, t_\tau)},$$

où $i_1, \ldots, i_\tau$ est une des combinaisons τ à τ des n premiers nombres entiers; autrement dit, il faut et il suffit qu'on ait

$$(1) \qquad F - \sum_{i_1, \ldots, i_\tau} \xi_{i_1, \ldots, i_\tau} F_{\xi_{i_1, \ldots, i_\tau}} \equiv 0.$$

On aura alors les identités (2)

$$(2) \qquad \sum_1^n {}_s (s) x_s^\lambda \equiv 0 \qquad (\lambda = 1, \ldots, \tau).$$

III. Supposons *en outre que* $n = \tau + 1$. Posons

$$\xi^i \equiv \frac{\partial(x_1, \ldots, x_{i-1}, x_{i+1}, \ldots, x_n)}{\partial(t_1, \ldots, t_{n-1})},$$

---

(1) On pourra consulter, pour la bibliographie, notre Mémoire : *Sur les équations canoniques de Hamilton-Volterra* (Mém. in-4°, *Acad. roy. de Belgique*, 1911; aussi chez Gauthier-Villars, Paris).

(2) Pour le cas où $n = 3$ et $\tau = 2$, voir une Note de Fujiwara (*The Tôhoku Mathematical Journal*, t. I, n° 1, 1911).

De l'identité (1), on déduit alors les identités

$$\frac{\Phi_{\xi^i \xi^k}}{\xi^i \xi^k} \equiv F_1 \qquad (i, k = 1, \ldots, n),$$

où $\Phi_{\xi^i \xi^k}$ représente le mineur (avec son signe) de $F_{\xi^i \xi^k}$ dans le déterminant formé au moyen des $F_{\xi^i \xi^k}$; la fonction F_1 est cogrédiente *au carré d'un multiplicateur* du groupe (X) des transformations de $x_1, \ldots, x_n$.

Des identités (2), on déduit les identités [1]

$$\frac{(i)}{(-1)^{i+1} \xi^i} \equiv T \qquad (i = 1, \ldots, n);$$

T est cogrédient à un *multiplicateur* du groupe (X).

Il en résulte que $\frac{T}{F_1^{\frac{1}{2}}}$ est un *invariant* de ce groupe.

A cet invariant *appliquons l'opération* D du n° I; nous obtenons ainsi un nouvel invariant, linéaire en $\delta x_1, \ldots, \delta x_n$; le déterminant formé avec les coefficients de cet invariant et avec ceux des $(n-1)$ invariants déjà obtenus $\sum_1^n {}_i F_{x_i}^\lambda \delta x_i$, fournira un *multiplicateur* du groupe (X); ce multiplicateur divisé par $F_1^{\frac{1}{2}}$ fournira un *invariant*, que nous désignerons par L. Remarquons enfin que $\frac{L}{F}$ pourra être considéré comme la généralisation de l'invariant [2] K de M. Underhill.

MÉCANIQUE. — *Le principe de relativité et la loi de variation des forces centrales.* Note de M. **Lémeray**, présentée par M. L. Lecornu.

La loi de variation en raison du carré de la distance, pour l'action qui s'exerce entre corps ponctuels en repos, peut être déduite comme une conséquence nécessaire du principe de relativité [3]. Nous nous appuierons sur le postulat suivant, qui était admis dans la Mécanique classique. Si un

---

[1] La fonction T a été utilisée par J. Radon (*Monatshefte für Math. und Physik*, Wien, 1911; voir spécial, p. 57).

[2] Voir notre première Communication : *Sur les invariants du calcul des variations.*

[3] Nous avons déjà énoncé ce résultat sans démonstration (*Radium*, août 1910 p. 232).

corps ponctuel C est en équilibre, en vertu des liaisons, sous l'action de forces dues à un système extérieur immobile, il restera encore en équilibre dans la même position si les éléments du système sont en mouvement, pourvu qu'en tout point fixe par rapport à C, la densité ne varie pas; ce que nous exprimerons en disant que la configuration sensible ne change pas. Toutefois, pour pouvoir appliquer le principe de relativité, nous restreindrons les mouvements relatifs à différer très peu de translations uniformes et nous aurons à spécifier par quels observateurs la configuration est envisagée.

Prenons trois axes rectangulaires OX, OY, OZ et parallèlement à OX, disposons deux charges cylindriques A, indéfinies et homogènes, de même densité linéaire et de signes contraires; leur distance est un infiniment petit d'ordre suffisant pour que l'action sur un point extérieur soit négligeable. Normalement à XOY, introduisons entre les charges un curseur cylindrique ayant, parallèlement à OX, une dimension l_0; en ce lieu, apparaît un doublet. Relions rigidement au curseur : 1° des charges B de dimensions finies; 2° un observateur $O_{B'}$; 3° des surfaces fermées S. Des charges ponctuelles C sont assujetties à demeurer sur les surfaces S. Quand tout est au repos, chaque C prend une position d'équilibre sous l'action des forces dues aux B, aux autres corps C et au doublet.

Maintenons les charges A immobiles dans le sens OX et déplaçons tout le système lié au curseur suivant OX avec une vitesse v dont le rapport à la vitesse de la lumière dans le vide est λ. Pour O_B, la configuration géométrique des diverses surfaces limitant les corps ne change pas. Pour que la configuration sensible ne varie pas, *il faut préalablement dilater les charges* A *suivant* OX *dans le rapport* $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ (¹). D'après le postulat, les C ne se déplaceront pas sur les surfaces S. On tire de là, par application du théorème des travaux virtuels, que les forces exercées par les charges A, immobiles dans le sens OX, doivent subir la même transformation que les forces dues aux B et aux C. Or, on sait que les nouvelles valeurs de ces dernières sont telles que leurs valeurs apparentes, pour O'_B, soient les mêmes que lors du repos. Il en sera donc de même pour les forces dues aux A ou simplement au doublet, puisque les parties situées de part et d'autre du curseur sont sans action. Nous n'avons qu'à calculer la force exercée par une des charges libérées q_0. Faisons passer l'axe OX par cette charge et le plan

(¹) *Revue des Sciences*, t. IV, 15 mars 1912, p. 176.

XOY par l'un des corps C. Soient, lors du repos, $(\xi - x)_0$, η_0, r_0 les composantes et le module du vecteur MC, où M est le point occupé par q_0, $\psi(r_0)$ le potentiel. Posons

$$r_0 \psi(r_0) = \varphi(r_0), \tag{1}$$

les composantes (réelles et apparentes) sont

$$X_0 = \frac{q_0}{r_0^2}(\xi - x)_0 \left[\frac{d\varphi(r_0)}{dr_0} - \frac{\varphi(r_0)}{r_0}\right], \qquad Y_0 = \frac{q_0}{r_0^2}\eta_0 \left[\frac{d\varphi(r_0)}{dr_0} - \frac{\varphi(r_0)}{r_0}\right].$$

Passons au cas du mouvement. Tenons compte du changement apporté à la densité et de la contraction longitudinale imposée au curseur par la translation. Sa dimension suivant OX est $l_0\sqrt{1-\lambda^2}$. La charge libérée n'est plus que $q_0(1-\lambda^2)$.

D'autre part, le dispositif décrit réalise le cas de charges disparaissant d'un lieu pour apparaître au lieu voisin, sans qu'elles aient une vitesse effective, ce qui serait d'une réalisation impossible si l'on en considérait une seule. Nous aurons alors la force exercée par l'une d'elles *au moyen du potentiel scalaire seul.* D'après des formules établies antérieurement ([1]), et en tenant compte de (1), on a les composantes

$$X_2 = \frac{q_0}{r_0^2}(\xi - x)\left[\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}\frac{d\varphi(R)}{dR} - \frac{\varphi(R)}{r_0}\right] - q_0 \frac{\lambda}{\sqrt{1-\lambda^2}}\frac{1}{r_0}\frac{d\varphi(R)}{dR},$$

$$Y_2 = \frac{q_0}{r_0^2}\eta_0\left[\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}\frac{d\varphi(R)}{dR} - \frac{\varphi(R)}{r_0}\right]\sqrt{1-\lambda^2},$$

avec

$$R\sqrt{1-\lambda^2} = r_0 + \lambda(\xi - x)_0. \tag{2}$$

Soient X'_2, Y'_2 les composantes apparentes pour O_B. On sait que

$$X'_2 = X_2, \qquad Y'_2 = \frac{Y_2}{\sqrt{1-\lambda^2}}.$$

Prenons r_0 et R pour variables indépendantes; remplaçons $(\xi - x)_0$ par sa valeur tirée de (2) et écrivons que les valeurs apparentes sont les mêmes dans les deux cas, c'est-à-dire $X_0 = X'_2$, $Y_0 = Y'_2$. Cela donne les deux équa-

---

([1]) *Congrès de Bruxelles* (septembre 1910), p. 256.

tions de condition

$$\frac{d\varphi(r_0)}{dr_0}-\frac{\varphi(r_0)}{r_0}=\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}\frac{d\varphi(R)}{dR}-\frac{\varphi(R)}{r_0}\frac{\lambda^2 r_0}{\sqrt{1-\lambda^2}\left[R\sqrt{1-\lambda^2}-r_0\right]}\frac{d\varphi(R)}{dR},$$

$$\frac{d\varphi(r_0)}{dr_0}-\frac{\varphi(r_0)}{r_0}=\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}\frac{d\varphi(R)}{dR}-\frac{\varphi(R)}{r_0},$$

pour déterminer la fonction φ. Pour qu'elles ne soient pas incompatibles, il faut que le dernier terme du second membre de la première soit nul; comme le facteur en λ, r_0, R ne peut être nul en général, il faut avoir $\varphi'(R)=0$. On vérifie ensuite immédiatement que cette valeur réduit les équations à des identités. Il y a donc une solution et une seule,

$$\psi(R)=\frac{\text{const.}}{R},$$

contenant une constante arbitraire.

Les mêmes conclusions s'appliquent si l'on considère un espace euclidien à n dimensions. Si, dans ce cas, on s'impose la condition que la divergence de la force soit proportionnelle à la densité, on trouve, au contraire, que la force doit varier en raison inverse de la puissance $n-1$ de la distance. L'espace à trois dimensions est le seul dans lequel puissent exister une loi de force satisfaisant aux principes admis et une substance dont la densité soit proportionnelle à la divergence de la force.

PHYSIQUE. — *Sur un galvanomètre amorti à aimant mobile.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. Villard.

On peut considérer un galvanomètre comme un moteur de très faible puissance, dont le travail est employé à tordre le fil de suspension.

L'unité angulaire de déviation (1^{mm} sur une échelle à 1^{m}) sera obtenue avec une dépense d'énergie électrique d'autant plus faible que le torque du fil sera moindre et que le rendement électrique du moteur magnéto-électrique (aimant et bobine) sera lui-même plus élevé.

Ce rendement est très élevé dans les galvanomètres à bobine mobile, mais le torque de la suspension est d'autre part toujours assez grand. Dans ces appareils, la sensibilité est limitée par l'amortissement qui peut prendre une valeur excessive.

Dans les galvanomètres à aimant mobile, au contraire, l'amortissement

dû aux courants induits par les déplacements des aiguilles est toujours insuffisant et force à recourir à un amortissement auxiliaire.

Il m'a semblé que, si l'on parvenait à augmenter l'amortissement propre du galvanomètre, en l'amenant à sa valeur critique, on augmenterait égale-

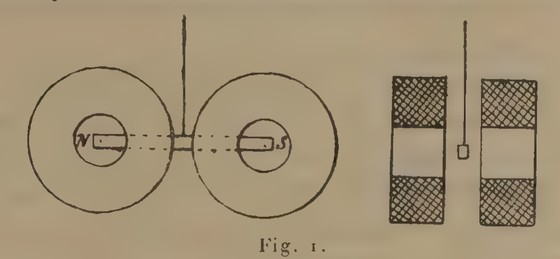


Fig. 1.

ment la sensibilité ou, en d'autres termes, on diminuerait la dépense électrique nécessaire pour obtenir l'unité de déviation angulaire.

Dans tous les galvanomètres actuels à aimant mobile, le fil de la bobine entoure les deux pôles de l'aimant, de sorte que la spire intérieure doit avoir au moins comme diamètre la longueur du barreau.

Il n'en est plus de même si l'un des pôles seulement est soumis à l'action de la bobine.

Dans ce cas, on comprend facilement que, pour un déplacement donné du pôle, la

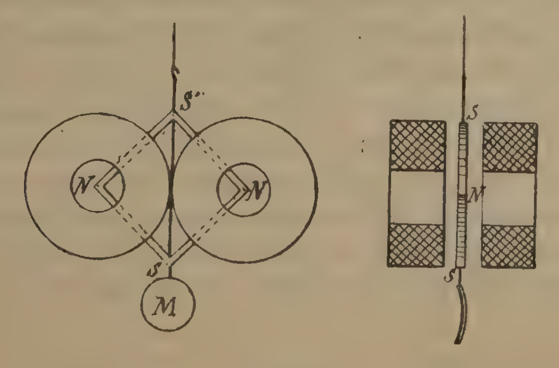


Fig. 2.

variation de l'angle solide, sous-tendu par le pourtour du feuillet magnétique, est d'autant plus grande que ce feuillet est de plus petit diamètre.

Il en résulte deux avantages immédiats : 1° augmentation de la force contre-électromotrice due au déplacement de ce pôle ; 2° diminution de résistance de la spire considérée.

Ces deux causes font que, mise en court circuit, la bobine se trouve parcourue, pendant le déplacement de l'aimant, par des courants assez intenses pour produire un amortissement important.

La réalisation de ces conditions peut s'obtenir simplement en plaçant chaque pôle de l'aimant suspendu entre deux paires de bobines plates assez rapprochées pour constituer sensiblement un solénoïde unique (*fig.* 1).

La figure 2 montre une des formes qu'on peut donner à un équipage astatique; il est constitué par la réunion de quatre barreaux identiques réunis deux à deux par leurs pôles de même nom.

Un galvanomètre d'essai, monté ainsi (*fig.* 2), donne 1^{mm} à 1^{m} pour un courant de 8×10^{-10} ampère; la résistance des quatre bobines en série n'est que de 2 ohms. Chaque bobine dont le diamètre extérieur est de 12^{mm} porte 160 tours de fil de $0^{mm},5$. La durée de l'oscillation est de 15 secondes. L'emploi d'une cuirasse et d'un fil de quartz permettra sans doute de perfectionner encore l'instrument.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau réactif du chlore et du brome libres et combinés*. Note de MM. G. **Denigès** et L. **Chelle**, présentée par M. Charles Moureu.

Depuis la Note publiée par l'un de nous [1] sur une réaction très sensible et caractéristique du brome libre, nous avons eu connaissance d'un travail récent du professeur Guareschi [2], qui a trouvé les mêmes faits.

Ayant continué ces recherches, et étant arrivés à des résultats nouveaux non signalés par l'auteur italien et qui résolvent la question quantitative [3], nous nous hâtons de les faire connaître, et nous allons montrer que non plus le réactif de Schiff, seul visé par M. Guareschi, mais bien la fuchsine préalablement décolorée par SO^4H^2, non seulement se prête, comme la fuchsine bisulfitée, à l'identification de très faibles quantités de brome et, bien mieux qu'elle, à la diagnose du chlore libre, mais encore constitue le réactif le plus

(1) *Comptes rendus*, 14 octobre 1912.

(2) *Atti della R. Ac. delle Scienze di Torino*, t. XLVII, mai et juin 1912; *Chemisches Centralblatt*, Bd. 2, 1912, p. 635 et 867, et *Journ. of the Chem. Society*, t. CII, 1912, p. 989.

(3) Cette détermination quantitative, mais par le réactif de Schiff et non par le nôtre, avait déjà fait l'objet des préoccupations et peut-être de projets du professeur Guareschi, qui a écrit dans sa première Note (*loc. cit.*) « forse potra diventare un metodo di determinazione quantitativa dei bromuri in presenza di grandi quantita di cloruri e di ioduri »; mais ajoutons qu'aucune publication du savant italien, postérieure à cet écrit, n'indique qu'il soit arrivé à mettre ce projet en réalisation.

sensible et le plus sûr pour *doser* les moindres traces du premier de ces métalloïdes, dans des conditions d'extrême simplicité et dans les circonstances les plus variées. Elle permet ainsi, entre autres recherches, d'aborder la détermination courante du brome combiné, dans les eaux naturelles, problème resté jusqu'à ce jour d'une réalisation laborieuse.

Réactif. — On le prépare en versant dans 100^{cm^3} d'acide sulfurique au $\frac{1}{20}$, en volume, 10^{cm^3} d'une solution de fuchsine au $\frac{1}{1000}$ (1). Le mélange se décolore peu à peu. En moins de 1 heure, il est prêt pour l'emploi et est inaltérable : nous le désignerons, dans ce qui va suivre, par la lettre R.

Opération : 1° *Cas du chlore et du brome libres.* — On prépare, à l'avance, un mélange de 25^{cm^3} de R, de 25^{cm^3} d'acide acétique pur et de 1^{cm^3} d'acide sulfurique. A 5^{cm^3} du liquide L ainsi obtenu, versés dans un tube à essai, on ajoute 1^{vol} variant de une goutte à plusieurs centimètres cubes de la solution essayer, et l'on agite. Le mélange prend une coloration jaune avec le chlore, rouge violet avec le brome ; si l'on l'agite très vivement avec 2^{cm^3} de chloroforme, ce dissolvant se colore en jaune dans le premier cas, dès que la dose du métalloïde atteint $0^{mg},05$ dans la prise d'essai, en rouge violet avec le brome, même pour des quantités dix fois moindres. Dans les deux cas (sauf s'il y a excès de chlore), la matière colorante se partage entre les deux dissolvants. L'addition de 3^{vol} d'eau environ dans le cas du chlore de 1^{vol} de ClH étendu à moitié dans celui du brome, rompt le partage aux dépens de la couche aqueuse, qui se décolore presque.

Avec le brome, la couche chloroformique présente les deux bandes d'absorption déjà décrites par l'un de nous (*loc. cit.*), et dont la plus intense, dans le jaune, correspond dans son milieu au $\lambda = 580$.

Si le chlore et le brome, au lieu d'être dissous, sont en vapeurs suffisamment concentrées, on les capte sur une goutte de lessive de soude portée, d'abord, dans l'atmosphère à explorer, à l'aide d'une baguette de verre, puis dans 5^{cm^3} de L. Si ces vapeurs sont diffusées, on les fait traverser une petite quantité d'eau alcaline, qu'on ajoute ensuite au réactif. Dans les deux cas, les métalloïdes transformés en XM + XOM sont régénérés au contact de l'acide du réactif et l'on observe les réactions plus haut indiquées.

2° *Cas du brome et du chlore combinés.* — Nous n'examinerons ici que le cas des combinaisons métalliques binaires, auxquelles on peut aisément ramener toutes les autres.

Premier procédé. — L'iode étant préalablement éliminé par les persels de fer, à chaud, on libère le brome par $SO^4H^2 + CrO^4K^2$. Dans l'atmosphère gazeuse, on

(1) On pourrait le préparer encore en remplaçant, dans la formule précédente, les 5^{cm^3} de SO^4H^2 pur par 20^{cm^3} de HCl pur ($D = 1,18$). Seulement, ce dernier réactif ne peut servir à la recherche directe du chlore combiné.

capte le brome en y promenant l'extrémité, imbibée de soude, d'une baguette de verre, qu'on met ensuite en contact avec le réactif L, comme il est dit précédemment. On opère de même pour le chlore, après avoir éliminé I et Br par le mélange sulfochromique à chaud ; on ajoute MnO^4K et l'on capte par la soude le chlore libéré.

Deuxième procédé. — Ayant constaté qu'on pouvait mélanger notre réactif R avec les persels de fer ou un mélange sulfochromique ou sulfomanganique, sans l'altérer, nous avons adopté un mode opératoire très simple, surtout intéressant pour la recherche immédiate des moindres traces de bromures en présence de très grandes quantités de chlorures, et qui nous a permis, précisément, de résoudre le problème quantitatif auquel nous faisions allusion plus haut. Nous allons l'indiquer en l'appliquant, par exemple, à une eau naturelle, telle qu'une eau marine.

A 5^{cm^3} de l'eau à essayer, on ajoute $0^{cm^3},2$ de ClH ($D = 1,18$ environ), 1^{cm^3} de SO^4H^2 concentré, 1^{cm^3} de R et $0^{cm^3},2$ d'une solution à 10 pour 100 de CrO^4K^2. On agite après chaque addition, et l'on ajoute 1^{cm^3} de chloroforme, puis on agite très vivement pendant une demi-minute.

Si l'eau renferme au moins 1^{mg} de brome combiné par litre, le chloroforme se dépose coloré en violet ; avec les eaux marines, il est habituellement d'un rouge violet intense. On opérerait de même avec le produit de lixiviation aqueuse de sels minéraux ou de résidus d'incinération de corps organiques où l'on désirerait déceler le brome.

Quand ces liquides renferment simultanément de l'iode, 1 goutte de bisulfite de soude dilué (ou plus, si c'est nécessaire) l'enlève au chloroforme, tout en réduisant le chromate, mais sans toucher au dérivé coloré bromé.

En faisant des essais comparés avec des étalons bromurés, on arrive très vite à obtenir des dosages colorimétriques exacts. C'est ainsi qu'en quelques minutes, nous avons pu constater que l'eau du bassin d'Arcachon renferme, à l'état de bromure, $0^g,060$ de brome par litre; celle du Fayet-Saint-Gervais, $0^g,014$; celle de Châtel-Guyon (Gubler), $0^g,006$; celle de la Bourboule (Choussy), $0^g,004$.

Ces recherches sont si rapides qu'elles peuvent même faire l'objet de démonstrations publiques; nous les poursuivons d'ailleurs, notamment au point de vue hydrologique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Éthers-sels dérivés des cyclanols et des acides forméniques.* Note de MM. **J.-B. Senderens** et **Jean Aboulenc**, présentée par M. G. Lemoine.

Nous avons indiqué, dans une Note précédente [1], comment en se ser-

---

[1] J.-B. Senderens et Jean Aboulenc, *Comptes rendus*, t. 155, 8 juillet 1912, p. 168.

vant de l'acide sulfurique comme catalyseur, on arrive facilement à éthérifier les cyclanols par les acides forméniques, tout en évitant la production des cyclènes, ou du moins en rendant cette production négligeable.

Ce procédé nous a permis de préparer, en quantité notable et dans un très grand état de pureté, de nombreux éthers hydrocycliques, soit avec les acides forméniques, soit avec les acides aromatiques.

Nous décrirons, dans cette Note, ceux que nous avons obtenus en éthérifiant, par les acides forméniques, le cyclohexanol et les méthylcyclohexanols, ortho, méta et para.

Les éthers-sels ainsi préparés sont des liquides incolores, ne s'altérant pas à la lumière, sauf les éthers de la série ortho qui jaunissent à la longue. Ils ont une odeur agréable, surtout les formiates et les acétates, qui rappellent, les premiers, l'odeur des carbures hydro-aromatiques, et les seconds une odeur de fruit avec une pointe d'anis.

Parmi ces éthers, plusieurs ne paraissent pas avoir été signalés, et, pour ceux qui ont été décrits, nous avons trouvé des constantes physiques souvent très différentes de celles qu'on leur avait assignées. Par ailleurs la série des 24 éthers que nous avons préparés nous a permis de découvrir, entre ces constantes, des relations très simples, analogues à celles qu'on connaissait déjà dans les séries grasse et aromatique, et qui se dégageront des Tableaux où nous avons réuni les points d'ébullition et les densités de ces éthers.

Points d'ébullition. — Ils ont été pris sous une pression qui a varié de 750^{mm} à 753^{mm}, et ont subi la correction de la tige thermométrique :

		Méthylcyclohexyle.		
	Cyclohexyle.	Ortho-	Méta-	Para-
Formiate......	162°,5	173°	176°,5	177°,5
Acétate.......	174	184,5	187,5	188,5
Propionate....	193	203	206	207
Butyrate......	212	221,5	224,5	225,5
Isobutyrate....	204	212,5	215	216
Isovalérate....	223	231,5	234	235

A l'inspection de ce Tableau, on remarque que le point d'ébullition s'élève, pour chaque acide :

De 8°,5 à 11°,5 des éthers du cyclohexyle aux éthers de l'orthométhylcyclohexyle provenant du même acide ;

De 2°,5 à 3°,5, des éthers de l'ortho aux éthers du méta ;

De 1° des éthers du méta aux éthers du para.

On remarque en outre que, pour un même alcool, le point d'ébullition s'élève de 18°,5 à 19°, pour chaque groupe CH^2, introduit dans l'acide, en passant, par exemple, des acétates aux propionates, ou bien de l'isobutyrate à l'isovalérate. Les formiates font exception à cette règle.

Enfin les isobutyrates ont un point d'ébullition inférieur de 8° à 9°,5 à celui des butyrates correspondants.

Densités D_4^0 :

		Méthylcyclohexyle.		
	Cyclohexyle.	Ortho-	Méta-	Para-
Formiate........	1,0057	0,9813	0,9775	0,9761
Acétate.........	0,9854	0,9636	0,9592	0,9578
Propionate......	0,9718	0,9548	0,9509	0,9492
Butyrate........	0,9572	0,9443	0,9403	0,9386
Isobutyrate......	0,9489	0,9364	0,9318	0,9304
Isovalérate......	0,9425	0,9316	0,9275	0,9262

Contrairement aux points d'ébullition, les densités diminuent, dans les éthers hydrocycliques, quand on passe de l'acide générateur à ses homologues supérieurs. Elles diminuent également en passant, pour un même acide, du cyclohexanol à l'orthométhylcyclohexanol et puis de celui-ci au méta et ensuite au para. Ces différences de densité sont loin d'offrir la même régularité que celle des points d'ébullition. Elles se prêtent néanmoins à des constatations qu'il serait trop long d'exposer ici et qui trouveront leur place dans un autre recueil.

Indices de réfraction. — Tous ces éthers ont des indices de réfraction extrêmement voisins et parfois identiques, comme le montrent les valeurs de n_D^{18} pour les éthers suivants dérivés des méthylcyclohexanols :

	Méthylcyclohexyle.		
	Ortho-	Méta-	Para-
Propionate......	1,444	1,442	1,4425
Butyrate........	1,445	1,4435	1,443
Isobutyrate......	1,441	1,440	1,4395
Isovalérate......	1,444	1,4425	1,4425

On voit, d'après ce Tableau, que les indices n_D^{18}, dans la série ortho, sont supérieurs aux indices des termes correspondants de la série méta, et que cette dernière série et la série para présentent, pour des éthers issus d'un même acide, des indices identiques ou peu différents.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La chaleur spécifique des corps à basse température.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. Villard.

Des recherches récentes ont montré que tous les corps s'écartent à basse température de la loi indiquée par Dulong et Petit, d'après laquelle la chaleur spécifique atomique des éléments solides et liquides est égale à 6 environ. En effet, la chaleur spécifique diminue très rapidement au voisinage de — 200° et semble devenir nulle au zéro absolu. Une théorie, proposée par Einstein, a cherché à rendre compte de cette diminution, qu'elle rattache à la théorie du rayonnement.

Une cause possible, et très différente, de la variation des chaleurs spécifiques semble avoir été négligée jusqu'ici. Les éléments qui, à la température ordinaire, s'écartent le plus de la loi de Dulong et Petit, sont le carbone (chaleur atomique du diamant 1,35, du graphite 1,92), le bore (3,3) et le silicium (4,7). Or ces éléments, et particulièrement le diamant, sont ceux que les chimistes considèrent comme étant le plus fortement polymérisés. On peut étendre cette remarque aux corps composés, et se demander s'il n'y a pas là un fait général, et si la diminution de la chaleur spécifique à basse température ne peut pas être due simplement à une polymérisation de plus en plus avancée. La Chimie apprend, en effet, que les phénomènes de polymérisation sont extrêmement généraux, et l'étude de ces phénomènes rend très vraisemblable la supposition que la plupart des corps, sinon tous, sont fortement polymérisés à basse température.

Si l'on admet cette hypothèse, il reste à expliquer comment la chaleur spécifique peut dépendre du degré de polymérisation. Cette dépendance n'est pas évidente et semble même contredite par l'expérience : la polymérisation d'un corps n'est, en effet, que la combinaison de ce corps avec lui-même, c'est-à-dire un phénomène très semblable à la combinaison d'un corps avec un autre, et l'union de deux corps ne change pas en général la chaleur spécifique. D'après cela, la polymérisation d'un corps ne devrait pas influer sur la chaleur spécifique. Mais il faut remarquer que la Chimie distingue plusieurs espèces de liaisons, suivant qu'il y a échange d'une ou de plusieurs valences ou formation de chaînes fermées ou complexes. Ces liaisons ne sont pas en général équivalentes au point de vue des propriétés additives, et doivent l'être d'autant moins au point de vue de la chaleur spécifique que le degré de liberté d'un assemblage joue un rôle important dans la détermination de sa chaleur spécifique. En fait, nous constatons que le bore, le silicium et le carbone, tri- ou tétravalents, se signalent par la petitesse de leur chaleur spécifique, ainsi que leurs composés (SiC, chaleur moléculaire 6,5 au lieu de 12,8; B^6C, 18 au lieu de 45). On sait d'ailleurs que la notion de valence n'est pas simple, et qu'un élément monovalent à la tempéra-

ture ordinaire peut être trivalent à -200°; de même que l'or, trivalent à 0°, devient monovalent à $+300^\circ$.

Il est donc possible d'expliquer, par la polymérisation, la variation de la chaleur spécifique avec la température. Cette explication présente d'autre part l'avantage qu'elle permet des déductions relatives à d'autres propriétés physiques (conductibilité calorifique, fusibilité et volatilité, dureté). J'indiquerai immédiatement une déduction d'un autre genre. A très basse température, la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter l'énergie de mouvement des molécules très complexes devient négligeable vis-à-vis de celle qui est employée à les dissocier, par la rupture des liaisons qui unissent les atomes. Celle-ci est égale au produit du nombre des ruptures par un certain facteur h, représentant la dépense d'énergie correspondant à chacune. Il en résulte nécessairement qu'à très basse température une masse déterminée d'un corps quelconque ne peut recevoir d'énergie par une voie réversible que par multiples entiers d'une certaine quantité h. C'est là, avec l'avantage d'une signification physique très simple, une conception qui n'est pas sans analogie avec celle des *quanta* de Planck.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la photolyse du saccharose par les rayons ultraviolets.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henri Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Les sucres complexes (polyoses) peuvent être regardés comme résultant de l'union avec élimination d'eau de deux ou plusieurs molécules de sucres simples (monoses) qu'ils peuvent régénérer par hydrolyse. Tels sont le saccharose (glucose + lévulose), le maltose (glucose + glucose), etc.

En général, les polyoses ne sont pas immédiatement fermentescibles, ni assimilables par les animaux ou végétaux, mais ils le deviennent après avoir été dédoublés par hydrolyse sous l'influence de diastases.

Nous avons étudié, il y a deux ans (*Comptes rendus*, t. 151, p. 395), deux polyoses typiques, en solution aqueuse, le saccharose et le maltose, et constaté que la photolyse du maltose donnait le même mélange gazeux que celle du glucose; et que la photolyse du saccharose donnait les gaz du mélange de glucose et de lévulose. Nous en avons conclu que les rayons ultraviolets dédoublaient par hydrolyse le saccharose en glucose et lévulose, et le maltose en glucose et glucose, et décomposaient ensuite les mélanges de monoses ainsi formés. Ces résultats ont été confirmés depuis

de divers côtés, mais au lieu d'admettre que le dédoublement des polyoses et le dégagement gazeux consécutif étaient dus à la lumière, plusieurs auteurs ont préféré y voir des actions secondaires de nature chimique, provoquées par l'apparition des acides dans la liqueur.

Nos premières expériences ne tranchaient pas la question, ayant été faites (comme celles de tous nos successeurs) avec des rayons ultraviolets de longueur d'onde relativement courte qui rendent les liqueurs acides. Nous avons repris cette étude en faisant agir des vibrations ultraviolettes plus lentes. Nous avons pu constater, dans les solutions irradiées et encore neutres de polyoses, un premier stade caractérisé par un dédoublement sans dégagement gazeux (tandis que, pour les monoses, ce dégagement est presque immédiat), puis un second stade, caractérisé par un dégagement de gaz régulier. La dégradation des polyoses se fait donc par les mêmes stades successifs dans le cas de la lumière et dans celui des ferments.

Nous avons exposé les solutions à l'irradiation de lampes à mercure en quartz, derrière des écrans de verre de $0^{mm},14$ d'épaisseur, décrits précédemment, qui laissent passer l'*ultraviolet moyen* jusqu'à $0^{\mu},25$.

Monoses. — Les sucres aldéhydiques (glucose, mannose, galactose) dégagent 2^{vol} CO et 1^{vol} H^2, comme si la fonction aldéhyde COH était seule gazéifiée; les solutions restent neutres. Les sucres cétoniques (lévulose et autres) donnent du gaz CO pur, comme si la fonction cétone CO était seule gazéifiée; leur dégagement gazeux est beaucoup plus rapide et abondant que celui des aldoses.

Saccharose. — 10^{cm^3} d'une solution aqueuse à 10 pour 100 de saccharose bien purgée d'air ont été placés dans un flacon plat de quartz, de $0^{mm},8$ d'épaisseur de parois, de forme rectangulaire (70^{mm} de haut, 50^{mm} de large, 3^{mm} d'épaisseur intérieure), renversé sur le mercure, puis exposés à 12^{mm} d'une lampe à mercure Westinghouse, 220^{volts}, en régime réduit ($3^{amp},8$ sous 80^{volts} aux bornes). La lumière était tamisée par deux lames de verre de $0^{mm},14$. La température était maintenue à 60° par des mèches arrosées d'eau. Au bout de 6 heures, il n'y avait pas encore de gaz, tandis qu'en l'absence d'écran, le dégagement est déjà notable au bout d'une demi-heure. 2^{cm^3} sont prélevés à ce moment : la solution est restée neutre, mais réduit à chaud la liqueur de Fehling; elle ne réduit pas à froid l'azotate d'argent ammoniacal.

On continue l'irradiation sur les 8^{cm^3} de solution restante. 2 heures plus tard, le dégagement gazeux commence et progresse régulièrement pendant l'heure suivante. On prélève alors 5^{cm^3} de solution qu'on titre avec la liqueur de Fehling; la dose de sucre interverti s'élève à $0^g,56$ pour 100^{cm^3}. L'irradiation est encore prolongée 3 heures sur les derniers 3^{cm^3} de solution; on recueille enfin $0^{cm^3},43$ de gaz, formés de $0^{cm^3},41$ CO et $0^{cm^3},02$ H^2, sans trace de CO^2 ni de CH^4. La grande prédominance de CO tient à ce que le lévulose est plus rapidement décomposé que le glucose. La solu-

ion est encore neutre; elle n'agit pas à froid sur la liqueur de Fehling, mais réduit légèrement à froid AzO^3Ag ammoniacal.

Dans un autre essai on a suivi comparativement les volumes des gaz dégagés par 2^{cm^3} de solution à 10 pour 100 de galactose et de saccharose placés à 12^{mm} derrière une lamelle de verre de $0^{mm},14$. Le gaz apparaît dans le galactose au bout d'un quart d'heure, dans le saccharose au bout de 6 heures seulement. Au bout de 10 heures le volume gazeux du galactose est égal à 1,6 fois celui du saccharose; au bout de 20 heures, ce rapport est renversé par suite de la décomposition plus abondante du lévulose qui s'est formé dans le tube de saccharose, dont le volume gazeux est devenu égal à 1,5 fois celui du galactose; au bout de 38 heures, le volume pour le saccharose atteint $2^{cm^3},08$ (0,91 CO; 0,06 H^2; 0,03 CO^2) contre $0^{cm^3},79$ pour le galactose (0,67 CO; 0,33 H^2). Dans cette expérience prolongée et faite derrière un seul écran de verre, la dégradation du saccharose est plus avancée que dans la précédente; la dose d'hydrogène venant du glucose est plus forte; de plus la solution est légèrement acide (ce qui concorde avec l'apparition de CO^2 dans les gaz) et réduit à froid la liqueur de Fehling et AzO^3Ag ammoniacal. Notons enfin, qu'avec des mélanges de glucose et de lévulose on n'observe pas de retard au dégagement gazeux.

Les expériences précédentes sont confirmées par celles faites dans l'*ultraviolet solaire* ($\lambda > 0^{\mu},3$). Des solutions à 10 pour 100 de saccharose et de galactose ont été exposées à plusieurs reprises sur la terrasse d'une tour à Meudon, en tubes de quartz mince, pendant 6 à 12 mois, en 1910, 1911 et 1912. Le dégagement gazeux du galactose commence au bout de 5 à 7 semaines, mais s'arrête en automne; celui du saccharose ne commence qu'au bout de 4 à 5 mois, mais continue en automne et hiver (comme celui du lévulose) et dépasse celui du galactose. Il est formé de CO presque pur. Pour déceler de faibles altérations, la méthode d'analyse gazeuse que nous employons est beaucoup plus sensible que les méthodes ordinaires, chimique ou polarimétrique.

Enfin, quand on fait agir des sources riches en *ultraviolet extrême*, l'inversion des polyoses et le dégagement gazeux sont plus rapides, et la séparation des deux phases de la photolyse plus délicate; les fonctions alcooliques des aldoses et des cétoses s'attaquent avec dégagement croissant de gaz hydrogène; les solutions deviennent acides et réductrices à froid des liqueurs cuivrique et argentique; avec l'acidité apparaît le gaz carbonique; puis le méthane, qui est un gaz de dégradation avancée. 2^{cm^3} de solution de sacharose à 10 pour 100 donnent en 7 heures avec une lampe Westinghouse 220^{volts} en régime réduit ($3^{amp},7$ et 60^{volts} aux bornes) à 12^{mm} de distance, $1^{cm^3},68$ de gaz (0,68 CO; 0,27 H^2; 0,05 CO^2). Avec une lampe Heraeus 110^{volts} à amalgame en régime normal ($1^{amp},7$ et 85^{volts}), à 12^{mm}, les tubes étant maintenus à 35°, on a eu en 4 heures $0^{cm^3},69$ de gaz (0,55 CO; 0,35 H^2; 0,08 CO^2; 0,02 CH^4). Avec une lampe Heraeus 110^{volts} à mercure en régime poussé ($3^{amp},2$ et 90^{volts}), en laissant la température monter à 80°-90°, et l'irradiation s'exercer en grande partie sur la vapeur d'eau, on a trouvé la teneur 0,39 CO; 0,40 H^2; 0,14 CO^2; 0,07 CH^4.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation d'un alcool en sulfure ou en peroxyde, au moyen de l'hydrogène sulfuré ou de l'eau oxygénée.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons été conduit à découvrir ces deux curieuses réactions au cours de recherches biologiques ayant pour but la précipitation de l'urée, au moyen du *xanthydrol*, dans des liqueurs contenant soit des sulfures (hydrolyse alcaline de la laine), soit de l'eau oxygénée (utilisée comme agent d'oxydation). Le xanthydrol prend, dans ces conditions, la frappante allure d'une base minérale, comme le dinaphtopyranol, ainsi que nous l'avons établi dans d'autres circonstances : il déplace les deux atomes d'hydrogène du sulfure et du peroxyde d'hydrogène et les remplace par son propre radical.

$$H^2S\left\{\begin{array}{lcl} + 2\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]OH & = & \left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]^2 S + 2H^2O \\ + 2\ KOH & = & K^2S + 2H^2O \end{array}\right.$$

$$H^2O^2\left\{\begin{array}{lcl} + 2\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]OH & = & \left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]^2 O^2 + 2H^2O \\ + \ Ba\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. & = & BaO^2 + 2H^2O \end{array}\right.$$

Il est possible que la formation du sulfure et du peroxyde soit précédée de celle de corps intermédiaires, encore inconnus, qui seraient, le sulfhydrate et l'hydroperoxyde de xanthyle, engendrés ainsi qu'il suit :

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^7H^4\end{matrix}\right\rangle CH - \boxed{OH + H} - SH = H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - SH$$

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - \boxed{OH + H} - OOH = H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - OOH$$

Leur condensation avec une molécule de xanthydrol conduirait finalement aux deux corps décrits dans cette Note :

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CHS - \boxed{H + HO} - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$
$$= H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - S - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - O - O - \boxed{H + HO} - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$
$$= H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - O.O - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

Sulfure de xanthyle $\left(O\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\rangle CH\right)^2S$.

Le xanthydrol (5^g) est dissous dans l'acide acétique cristallisable (160$^{cm^3}$). La solution *incolore* acquiert une *teinte jaune* par *addition d'eau* (40$^{cm^3}$), puis, sous l'influence d'un courant d'hydrogène sulfuré, se trouble et se transforme en quelques instants en une bouillie blanche de cristaux microscopiques. L'analyse du corps, purifié par cristallisation de l'alcool bouillant, où il est peu soluble, lui assigne la formule ci-dessus, semblable à celle du sulfure $\left(O\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\rangle CH\right)^2S$ que nous avons précédemment décrit et obtenu en traitant par H^2S divers *sels de dinaphtopyryle* en solution dans l'eau, chargée d'acides minéraux ou organiques.

L'acide chlorhydrique chaud le scinde en hydrogène sulfuré et chlorure de xanthyle instable :

$$\left[O\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\rangle CH\right]^2S + 2HCl = H^2S + 2\left[O\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\rangle CH\right]Cl.$$

Peroxyde de xanthyle $\left(O\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\rangle CH\right)^2O^2$.

Le magma cristallin, blanc, formé par l'introduction de perhydrol Merck (4$^{cm^3}$) à 100^{vol} dans une solution acétique de xanthydrol à $\frac{1}{10}$ (200$^{cm^3}$), est essoré, lavé à l'alcool, dissous dans le benzène, puis précipité par l'alcool.

Le corps obtenu après deux traitements semblables, analysé, répond à la formule de l'eau oxygénée dont les deux atomes d'hydrogène sont remplacés par le radical xanthyle.

Chauffé avec HCl fumant au voisinage de l'ébullition, il produit un dégagement de chlore. Traité par volumes égaux d'acides acétique et chlorhydrique il donne, avec le concours d'une faible élévation de température, une solution jaune orangé, fournissant avec divers chlorures ou bromures métalliques ($AuCl^3$, UO^2Cl^2, etc.) des sels doubles xanthyl-métalliques halogénés que nous avons précédemment décrits et obtenus avec M. Lesage, en partant du xanthydrol.

Sans préjudice de toute autre transformation, simultanée ou subséquente, l'acide chlorhydrique dédouble ce peroxyde en sel de pyryle et eau oxygénée, qui se décompose en oxydant l'acide chlorhydrique.

Nous nous proposons de poursuivre l'étude de ce corps et de chercher à en préparer de semblables aux dépens d'alcools aromatiques, pyraniques ou non, dérivés de la série du di- et du triphénylméthane.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés complexes du chlorure platineux avec l'amino-acétal.* Note de MM. **J. Tchougaeff** et **B. Orelkine**, présentée par M. A. Haller.

On sait, depuis les recherches classiques de MM. Cleve et Jörgensen, qu'un composé unique prend naissance si l'on fait intervenir une amine quelconque A avec un sel du type dit *platosemiamine* $PtCl^2.2a$, correspondant à une autre amine a, ou bien inversement si l'on traite le sel de semiamine $PtCl^2.2A$ par de l'amine A.

Cependant M. Jörgensen a signalé (1) depuis peu une exception singulière à cette règle qui semblait être bien établie. Il a pu notamment obtenir deux corps différents en partant : 1° de la diméthylamine et du sel ($Pt.2NH^3.Cl^2$) et 2° de l'ammoniaque et du sel du type de semiamine correspondant à la diméthylamine [$Pt.2(CH^3)^2NH.Cl^2$]. Les deux sels qu'on peut obtenir de ces deux façons ne se prêtant que très mal à l'étude, M. Jörgensen les a caractérisés en les transformant en chloroplatinites et il a démontré que ces derniers se distinguent par la couleur ainsi que par le nombre de leurs molécules d'eau de cristallisation.

Il nous paraissait intéressant de vérifier si cette isomérie singulière, qui est de nature très délicate et qui n'a été constatée d'une façon quelque peu certaine qu'une seule fois, se rencontre aussi parmi d'autres composés aminés du platine.

C'est principalement dans ce but que nous avons entrepris l'étude de dérivés platineux mixtes de l'amino-acétal $NH^2-CH^2-CH(OC^2H^5)^2$ avec l'ammoniaque et d'autres amines, étude dont nous allons exposer quelques résultats préliminaires.

Nous nous sommes guidés, dans ce choix, par la supposition que c'est surtout une différence profonde entre les deux amines constituant le sel mixte qui doit favoriser l'apparition de l'isomérie signalée par M. Jörgensen.

Une solution diluée de chloroplatinite de potassium additionnée de l'amino-acétal, laisse déposer un corps jaune, cristallin, qu'on peut purifier par cristallisation dans l'alcool bouillant et qui se présente sous la forme d'aiguilles fusibles à 133°, assez solubles dans la plupart des dissolvants

(1) *Zeitschr. für anorg. Chemie*, t. 48, p. 374.

organiques. D'après ce mode de formation et les résultats des analyses, ce composé ne serait autre chose que le sel appartenant au type semiamine et correspondant à la formule

$$Pt - 2NH^2 - CH^2 - CH(OC^2H^5)^2Cl^2$$

ou

$$[Pt.2A - Cl^2]$$

en mettant pour abréger le symbole A au lieu de la formule de l'amino-acétal.

D'après la théorie de M. A. Werner, un corps de cette constitution ne saurait être un bon électrolyte, ce qui a été confirmé par des mesures de sa conductivité moléculaire, que nous avons exécutées en solution dans l'alcool méthylique ($v = 100y$, $\mu = 0,78$; $v = 1000y$; $\mu = 2,35$). Aussi le chlore n'est-il précipité que très difficilement de ses solutions alcooliques par le nitrate d'argent. En faisant la cryoscopie de ce corps, nous avons trouvé qu'il est fortement polymérisé en solution benzénique (trouvé $M = 2026$ pour une solution à 2,3 pour 100 ; calculé $M = 532$) ainsi qu'en solution dans le bromure d'éthylène (trouvé 2038, en solution à 0,9 pour 100).

En même temps que le corps jaune, on obtient un autre composé qui est incolore et très soluble dans l'eau et qui reste en solution dans la préparation précédente. Il se dépose par évaporation en beaux cristaux pseudo-tétragonaux, fusibles à 130°,5.

On peut le préparer également en faisant réagir de l'amino-acétal sur le corps jaune en solution aqueuse. Ce mode de formation ainsi que les résultats des analyses conduisent à la formule $[Pt4A]Cl^2$ qui est confirmée par ce fait que tout le chlore du composé en question est immédiatement précipitable par le nitrate d'argent en solution dans l'alcool méthylique.

En précipitant le chlorure précédent par du chloroplatinite de potassium, on obtient le sel $(Pt4A)PtCl^4$ à deux ions complexes, analogue au sel vert de Magnus.

Il forme des aiguilles minces de couleur rose. Point de fusion 127°. Il n'est pas attaqué par le chlorure I de Reiset, comme la plupart des autres chloroplatinites, mais ce qui est bien curieux, la réaction inverse a lieu : le sel vert de Magnus change de couleur et devient rose. Si l'on agite avec une solution aqueuse du chlorure tétra-amino-acétalique

$$[Pt4A]Cl^2 + [Pt4NH^3]PtCl^4 = [Pt4A]PtCl^4 + [Pt4NH^3]Cl^2.$$

La conductivité moléculaire du corps $(Pt4A)PtCl^4$ a été déterminée en

solution dans l'alcool méthylique et les résultats obtenus sont d'accord avec la formule que nous avons attribuée à ce corps ($\nu = 2000y$; $\mu = 79,7$).

Pour préparer les deux isomères correspondant à la formule

$$[Pt\,2\,A\,.\,2\,NH^3]Cl^2$$

nous avons agité, à la température ambiante : 1° une solution de $0^g,9$ du composé ($Pt\,2\,ACl^2$) avec 2^{cm^3} d'une solution ammoniacale à 25 pour 100 et 20^{cm^3} d'eau jusqu'à ce que la solution fût complète, ce qui a lieu après 2 semaines et demie environ, et 2° 1^g du sel de Peyrone avec 1^g de l'amino-acétal et 30^{cm^3} d'eau. La dissolution a eu lieu dans ce cas après 3 semaines d'agitation.

Évaporées à siccité à basse température sur de l'acide sulfurique, les deux solutions conduisent à des produits gommeux qui refusent de cristalliser.

Pour les caractériser nous les avons transformés en chloroplatinites $(Pt\,2\,A\,.\,2\,NH^3)PtCl^4$, dont la composition a été vérifiée par des analyses. Nous n'avons constaté aucune différence entre les chloroplatinites provenant des deux solutions ci-dessus mentionnées. Tous les deux se séparent en aiguilles microscopiques de couleur lilas, insolubles dans l'eau et dans les dissolvants organiques usuels et présentant le même point de fusion 151°.

L'isomérie signalée par M. Jörgensen ne semble donc pas subsister dans ce cas.

BOTANIQUE. — *Formation des chromosomes hétérotypiques chez le* Polypodium vulgare *L.* Note de M. **R. de Litardière**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le *Polypodium vulgare* L., par la grosseur des noyaux de ses cellules-mères des spores et la netteté de leurs aspects cinétiques, constitue vraiment, parmi les Fougères, un objet de choix pour les études cytologiques ; c'est ce qui m'a engagé à étudier chez cette espèce la formation des chromosomes hétérotypiques, question sur laquelle les auteurs sont loin d'être d'accord.

Le noyau quiescent montre une structure réticulée formée entièrement de substance chromatique avec des épaississements nodaux plus ou moins irréguliers. On y voit des nucléoles en nombre et en position variables. Le réseau nucléaire se transforme peu à peu en une structure filamenteuse

par suite d'une répartition plus uniforme de la substance chromatique et d'un effacement graduel des anastomoses; l'on arrive au stade leptonema. Peu après se produit une sorte de refoulement des filaments d'un hémisphère du noyau dans l'autre : c'est le début du synapsis. Le noyau à ce moment comporte une masse de filaments grêles occupant la partie inférieure et portant des granulations. On peut observer nettement, sur les bords de la masse et dans les filaments qui émergent, des dualités, car à ce moment il se produit vraisemblablement un appariement des filaments grêles. Peu à peu la masse se condense davantage et l'on arrive au stade du synapsis typique des auteurs.

Au synapsis, le noyau a une position légèrement excentrique, par suite du développement plus considérable d'une portion du cytoplasme. Le peloton synaptique occupe dans la cavité nucléaire une position qui varie assez souvent d'une cellule à l'autre d'une même section; on le trouve généralement appliqué dans chaque cellule-mère contre la membrane nucléaire opposée à la partie la plus épaisse du cytoplasme. La variabilité observée dans la position du grumeau chromatique indique bien qu'elle n'est point sous l'influence de la pesanteur comme le croyait Cardiff. La masse synaptique présente une forme ovalaire ou quelquefois sensiblement sphérique avec des proéminences d'où émergent des filaments qui se rendent vers le pôle opposé du noyau.

La condensation synaptique est évidemment un phénomène naturel puisqu'elle a été observée sur le vivant par plusieurs auteurs, mais je crois, avec Berghs et Grégoire, que le fixateur peut avoir quelque action sur ce phénomène. Ainsi sur des matériaux fixés, non point avec la *medium chromo-acetic solution* de Chamberlain, dont je me suis servi habituellement, mais avec la *stock solution* plus pénétrante, j'ai constaté une augmentation de près de 1^{μ} du diamètre moyen du peloton synaptique.

Ce peloton est formé d'un lacis très dense de filaments chromatiques. On peut observer facilement, au cours de l'étape synaptique, la structure de ces filaments, principalement sur ceux qui occupent le bord du peloton ou qui émergent de la masse générale. On constate qu'ils sont nettement constitués de deux filaments minces, sensiblement parallèles, souvent entrecroisés et écartés au début (stade zygonema), mais se rapprochant ensuite, de sorte que la dualité cesse d'être visible dans beaucoup de points et qu'on arrive ainsi au stade du pachynema ou *spirème* épais contracté de Grégoire. A ce moment, on peut voir nettement dans la cavité nucléaire des extrémités de filaments émergents, butant contre la membrane; le noyau

contient donc des filaments multiples et non un spirème continu, comme Burlingame le décrit chez l'*Ophioglossum reticulatum* et Yamanouchi chez le *Nephrodium molle*.

Les nucléoles sont enserrés au milieu du peloton, parfois au milieu de la cavité nucléaire ou accolés aux filaments émergents. Le cytoplasme renferme de petits corps chromatiques arrondis, qui proviennent de la substance chromatique du noyau. On commence à en apercevoir quelques-uns dès le début du présynapsis.

Les filaments pelotonnés de la masse synaptique se relâchent et, peu à peu, finissent par remplir la cavité nucléaire : c'est le stade du spirème déroulé. Les deux portions de chaque filament sont si étroitement placées côte à côte qu'il est presque partout impossible de les distinguer; cependant, en certains points, notamment au voisinage des granulations, il est possible d'y reconnaître des dualités. Farmer et Mlle Digby, dans leur étude sur les *Polypodium* (1910), se sont certainement mépris au sujet de ce stade, car plusieurs figures, tout à fait semblables à ce que j'ai observé, qu'ils donnent comme antérieures au synapsis, sont indubitablement postsynaptiques.

Après le stade du spirème, les filaments s'épaississent et se raccourcissent. Ils se rassemblent en une masse assez lâche occupant la partie moyenne du noyau. C'est le stade dit du *second synapsis*. Les futurs chromosomes se raccourcissent de plus en plus, tandis que les deux filaments, qui étaient étroitement unis jusqu'alors, se séparent. Les aspects observés indiquent nettement un *dédoublement* (mode parasyndétique) et non une formation par *boucles* (mode métasyndétique). Les segments sont inégalement raccourcis, ce qui pourrait faire croire qu'il se produit une *segmentation* d'un filament *continu*, comme Yamanouchi l'a indiqué, à tort sans doute, pour le *Nephrodium molle*. Souvent, les segments chromosomiques se rassemblent en divers points de la cavité nucléaire, ce stade de nouvelle contraction a été aussi signalé par Schaffner chez l'*Agave virginica*. Les segments se raccourcissent davantage et le « dédoublement longitudinal » s'accentuant encore, on arrive aux formes de la diakinèse.

Les chromosomes diakinétiques sont formés de deux branches continues disposées d'une façon variable : en X, T, V, V à angles très obtus, Y, en cœur de carte à jouer, en anneau, etc. Je n'ai observé aucun indice de scission quelconque dans les branches des chromosomes.

En résumé, les phénomènes de la prophase hétérotypique chez le *Polypodium vulgare* sont les suivants :

Les filaments minces qui proviennent de la transformation du réseau nucléaire s'accolent deux par deux durant l'étape synaptique pour former le spirème épais; rapprochés intimement pendant ce stade, ils se séparent ensuite, s'épaississent et se raccourcissent, progressivement pour constituer les chromosomes à deux branches de la diakinèse. La formation des chromosomes se fait donc suivant le mode parasyndétique de Grégoire, que Cardiff, Yamanouchi, Grégoire ont décrit chez plusieurs Fougères et non suivant le mode métasyndétique signalé par Farmer et Moore, Gregory, Stevens, Strasburger, pour des plantes de ce même groupe.

Ces deux types de formation existent-ils réellement dans la nature, comme le prétendent Yamanouchi et Gates? Ce dernier (1911) admet que les genres ayant des chromosomes courts montrent un arrangement métasyndétique, tandis que ceux à longs chromosomes filamenteux s'arrangent parasyndétiquement. Il est bien probable que les chromosomes des espèces étudiées par Gregory, par exemple, ne diffèrent guère de ceux du *Polypodium* qui rentrent tout à fait dans le type court. Cette distinction me paraît très peu vraisemblable et il est bien plus admissible de penser, avec Grégoire, que les auteurs qui nient le processus parasyndétique n'ont pas étudié avec assez de détails les stades postpirématiques.

BOTANIQUE. — *Influence combinée de la température et du milieu sur le développement du* Mucor Rouxii. Note de M. **Maurice Durandard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Au cours de nos recherches sur les variations de l'optimum de température chez le *Mucor Rouxii* (1), nous avons été amenés à mesurer méthodiquement la largeur des filaments mycéliens depuis le début jusqu'à la fin du développement, sur R(2), M, milieux très favorables, et sur 9 p. R + 1 p. S, 9 p. M + 1 p. S, milieux moins favorables. Pour une plus forte proportion de sérum, le Champignon tend vers un type pluricellulaire qui ne permet plus la comparaison. Rappelons que les cultures, faites en petite cellule, étaient divisées en deux lots soumis respectivement à 35° et à 14°-18°. Des cultures de chaque lot, fixées simultanément aux heures indiquées, ont donné les moyennes suivantes :

(1) *Comptes rendus*, Paris, 14 octobre 1912.

(2) Pour abréger, nous désignons eau de riz par R, moût de bière par M, sérum par S, partie par p., heure par h.

R.

Heures.	Largeur en μ. 35°.	14°-18°.	Quotient.
19...	4,83	2,10	2,30
41...	5,87	3,58	1,63
65...	6,25	3,20	1,95
90...	6,58	4,31	1,52
113...	6,81	4,25	1,60
136...	7,06	4,41	1,60
161...	7,33	3,87	1,89
184...	8,31	4,33	1,91

9 p. R + 1 p. S.

Heures.	Largeur en μ. 35°.	14°-18°.	Quotient.
15...	5,03	1,75	2,87
37...	5,22	3,85	1,35
61...	7,81	4,87	1,60
86...	8,25	6	1,37
109...	9,16	6,83	1,34
132...	8,39	6	1,39
157...	8,50	6,75	1,25
180...	8,16	5,41	1,50
235...	9,33	5,91	1,57

M.

Heures.	Largeur en μ. 35°.	14°-18°.	Quotient.
18...	8,62		
40...	8,57	6,10	1,40
64...	12,25	7,45	1,64
89...	10	9,08	1,10
112...	8,67	8,42	1,02
135...	9,08	8,57	1,05
160...	9,50	9,87	0,96
183...	9,37	10,16	0,92

9 p. M + 1 p. S.

Heures.	Largeur en μ. 35°.	14°-18°.	Quotient.
15...	6,85	0	
37...	8,50	5,20	1,63
61...	9,83	7,20	1,36
86...	10,37	8,91	1,16
109...	9,79	11,25	0,87
132...	11,62	11,46	1,01
157...	11,46	11,50	0,99
180...	10,83	10,45	1,03

En M, 18 h., 14°-18°, les mensurations n'ont pu être faites rigoureusement.
En 9 p. M + 1 p. S, 15 h., 14°-18°, la germination n'avait pas encore débuté.

Ainsi : *a*. En R, le quotient obtenu en divisant le chiffre des largeurs à 35° par celui des largeurs à 14°-18° est toujours supérieur à l'unité. Il est plus grand au début du développement. A 35°, la largeur définitive n'est acquise qu'à 184 h.; elle l'est à 90 h. à 14°-18°.

b. En 9 p. R + 1 p. S, le quotient est toujours supérieur à l'unité. Il est plus grand au début du développement. A 35° comme à 14°-18°, la largeur définitive est atteinte à 86 h.

c. En M, le quotient, d'abord supérieur à l'unité, lui devient approximativement égal à 89 h., et ne varie plus de façon appréciable jusqu'à la fin du développement. Aux jeunes filaments correspondent les plus forts quotients. A 35°, la largeur définitive est atteinte à 18 h., soit à l'âge le plus jeune observé. A 14°-18°, elle l'est à 89 h.

d. En 9 p. M + 1 p. S, le quotient, d'abord supérieur à l'unité, décroît progressivement du début du développement à 109 h., âge où il lui devient

approximativement égal. Aux filaments les plus jeunes, correspondent les quotients les plus forts. A 35°, la largeur définitive est acquise à 61 h.; à 14°-18°, entre 86 h. et 109 h.

En général, la température de 35° favorise la croissance en largeur des filaments mycéliens. En établissant, comme il a été indiqué plus haut, le rapport des largeurs aux deux températures, on constate un quotient supérieur à l'unité soit du début à la fin du développement, soit seulement jusqu'à un certain degré de développement. Dans le premier cas, la largeur définitive peut être acquise plus vite à 14°-18° qu'à 35°. Dans les deux cas la température de 35° exerce une action plus marquée au début du développement.

Sur ces différents milieux, toutes les spores germent. Mais, si l'on augmente la proportion de sérum, la germination est d'autant moins abondante que cette proportion est plus forte. Le nombre des spores qui ne peuvent germer, relativement faible en 8 p. M + 2 p. S, devient très grand en 7 p. M + 3 p. S, et considérable (surtout à 35°) en 6 p. M + 4 p. S. Or, les moyennes obtenues en mesurant les diamètres ces spores montrent de grosses différences entre les deux températures observées :

	7 p. M + 3 p. S.				6 p. M + 4 p. S.		
	Diamètre en μ.				Diamètre en μ.		
Heures.	35°.	14°-18°.	Quotient.	Heures.	34°.	14°-18°.	Quotient.
15...	14,37	6,95	2,06	15...	11,41	5,66	2,01
37...	14	8,06	1,73	37...	26,61	8	3,32
61...	16,66	10,37	1,60	61...	33,50	9,54	3,51
86...	22,75	11,62	1,95	86...	34,25	10,37	3,30
111...	22,94	12,32	1,86	110...	43,50	15,97	2,72
135...	30,95	12,45	2.48				

Aux deux températures, le diamètre augmente progressivement, jusqu'à 135 heures en 7 p. M + 4 p. S, jusqu'à 110 heures en 6 p. M + 4 p. S.

Si nous établissons le rapport des diamètres à 35° et à 14°-18° en divisant les premiers par les seconds, nous trouvons un quotient supérieur à l'unité, quels que soient l'âge et le milieu.

De plus, à part l'exception du début imputable au retard provoqué par la plus mauvaise qualité du milieu, les quotients obtenus en 6 p. M + 4 p. S présentent une valeur beaucoup plus grande que ceux obtenus en 7 p. M + 3 p. S. Cette supériorité est due au fait que le diamètre des spores est plus grand à 35° en 6 p. M + 4 p. S qu'en 7 p. M + 3 p. S.

En résumé, il ressort des observations précédentes, en ce qui concerne le *Mucor Rouxii*, les conclusions suivantes :

1° Une température élevée favorise la croissance en largeur des filaments mycéliens : (*a*) depuis le début jusqu'à la fin du développement; (*b*) ou seulement jusqu'à un certain degré de développement, selon le milieu. Dans le premier cas, elle *augmente* réellement le développement; dans le second, elle l'*accélère* seulement.

2° Les spores qui ne peuvent germer par suite de conditions défavorables de milieu présentent un accroissement considérable de leur volume sous l'influence d'une température élevée. Cet accroissement est également fonction du milieu.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de la gentiopicrine dans la Swertie vivace.* Note de M. **Marc Bridel**, présentée par M. É. Jungfleisch.

La Swertie vivace (*Swertia perennis* L.) est une petite plante de la famille des Gentianées. On la rencontre surtout dans les régions montagneuses, où elle pousse dans les prés tourbeux jusqu'à une altitude de 2300^{m} environ. Elle est caractérisée par ses fleurs en grappe d'un gris violacé sombre, dont la corolle, divisée profondément en 5 lobes étroits, est étalée en étoile. La saveur de cette plante n'est que très légèrement amère, et il semble qu'elle n'ait jamais été utilisée en médecine populaire, peut-être, d'ailleurs, à cause de sa rareté relative.

J'ai cueilli moi-même cette plante, en pleine floraison, au Lautaret (Hautes-Alpes), le 14 août, et elle a été traitée fraîche, à Paris, trois jours après, dans le but de la soumettre à l'essai, suivant la méthode biochimique de M. Bourquelot ([1]).

Voici les résultats de cet essai dans lequel 100$^{cm^3}$ de liquide extractif correspondaient à 100^{g} de plantes fraîches :

Rotation initiale ($l = 2$)	$-2^{\circ}38'$
Rotation après action de l'invertine	$-3\ 36$
Rotation après action de l'émulsine	$+0\ 50$
Sucre réducteur initial	$1^{g},543$
Sucre réducteur après action de l'invertine	2,385
Sucre réducteur après action de l'émulsine	3,267

([1]) *Recherche, dans les végétaux, du sucre de canne à l'aide de l'invertine et des glucosides à l'aide de l'émulsine* (*Comptes rendus*, t. 133, 1901, p. 690).

Sous l'influence de l'invertine, il s'est produit un recul de la déviation vers la gauche de 58', avec formation de $0^g,838$ de sucre réducteur; ce qui donne un indice de 866, très éloigné des indices des sucres connus, celui du saccharose étant de 603, et celui du gentianose 673. Il est donc probable que, si la Swertie renferme un de ces sucres, elle en contient encore un autre donnant, par l'invertine, un indice de réduction enzymolytique bien plus élevé. En étudiant la Chlore perfoliée, M. Bourquelot et moi, étions arrivés à une conclusion de même ordre ([1]).

Sous l'action de l'émulsine, on a observé un retour de la déviation vers la droite de 4°26', avec formation de $0^g,882$ de sucre réducteur, et un indice de 198, assez différent de celui de la gentiopicrine, 111.

L'action de l'émulsine a duré 41 jours, et l'on a remarqué que l'hydrolyse s'est faite, en quelque sorte, en deux temps : elle a été rapide au début, pour traîner ensuite en longueur; le même fait avait déjà été observé au cours de l'essai des racines de gentiane jaune ([2]). Après 3 jours, l'émulsine avait produit un retour de 3°21' et l'indice était de 160; du 3e au 12e jour, le retour n'a été que de 36' et l'indice s'élevait à 186; du 12e au 41e jour, le retour a été de 29' et l'indice de 407, assez voisin de celui du gentiobiose, 478.

On pouvait donc penser que la Swertie vivace renfermait deux principes hydrolysables par l'émulsine, dont l'un, hydrolysé rapidement, était un glucoside, et dont l'autre, hydrolysé lentement, était un hydrate de carbone. On a cherché, d'abord, à isoler le principe glucosidique dont l'essai biochimique venait d'indiquer la présence.

Préparation de la gentiopicrine. — On a opéré sur 2000^g de Swertie cueillie en même temps que celle qui avait servi à l'essai. Après traitement à l'alcool bouillant, on a distillé l'alcool au bain-marie, on a filtré le liquide aqueux résiduel et on l'a évaporé à sec, sous pression réduite. On a continué ensuite la marche de l'opération comme dans l'extraction du même principe de la Chlore perfoliée ([3]).

Finalement, on a obtenu 2^g de gentiopicrine qu'on a purifiée par cristallisation dans l'éther acétique anhydre. On a séché à l'air le produit pur que les propriétés suivantes identifient avec la gentiopicrine :

([1]) Em. Bourquelot et M. Bridel, *Sur la présence de la gentiopicrine dans la Chlore perfoliée* (*Chlora perfoliata* L.) (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, 1910, t. I, p. 109).

([2]) Marc Bridel, *Application de la méthode biochimique à une nouvelle étude des préparations galéniques de la racine de gentiane* (*Thèse Doct. Univer. Paris*, 1911, p. 43).

([3]) *Loc. cit.*

Pouvoir rotatoire : $\alpha_D = -196°7'$

$$(p = 0,1182;\ v = 15;\ l = 2;\ \alpha = -3°6').$$

On a fait agir l'émulsine sur la solution qui avait servi à déterminer le pouvoir rotatoire. En 12 heures, à $+33°$, la rotation a passé de $-3°6'$ à $+18'$; il s'était formé $0^g,366$ de sucre réducteur pour 100^{cm^3}, ce qui donne un indice de 110 (théorie 111). La solution incolore était devenue jaune clair et il s'était formé un précipité cristallin donnant la réaction bleue caractéristique de la gentiogénine, signalée par M. G. Tanret et que j'ai légèrement modifiée, afin de pouvoir l'appliquer au produit humide tel qu'on le retire après hydrolyse ([1]).

En résumé, l'essai biochimique ayant montré que la Swertie vivace renfermait un glucoside hydrolysable par l'émulsine, on est parvenu à isoler ce glucoside à l'état pur et à l'identifier avec la gentiopicrine. La gentiopicrine a déjà été retrouvée par M. Bourquelot et par moi, dans d'autres Gentianées, la Chlore perfoliée et la Gentiane Pneumonanthe ([2]).

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le rôle biochimique des peroxydases dans la transformation de l'orcine en orcéine.* Note de M. **J. Wolff**, présentée par M. Roux.

Dans une Note antérieure, j'ai montré que la fixation d'oxygène par certains phénols, notamment par l'orcine, en présence d'alcalis ou de certains sels alcalins, est considérablement accélérée par l'addition d'une peroxydase. Le rôle de la peroxydase ne se borne pas à une action accélératrice sur la fixation de l'oxygène atmosphérique; elle peut influer encore sur la nature des produits formés. C'est ainsi qu'en étudiant l'action combinée de l'ammoniaque et de la peroxydase sur l'orcine en solution aqueuse, j'ai été amené à faire quelques observations curieuses sur les conditions qui peuvent favoriser, *en liqueur étendue*, le passage de l'orcine à l'orcéine, cette belle matière colorante qui est la base de l'orseille du commerce ([3]).

([1]) Marc Bridel, *loc. cit.*, p. 67.

([2]) Ém. Bourquelot et M. Bridel, *Sur la présence de la gentiopicrine dans les racines et dans les tiges foliées de la Gentiane Pneumonanthe* (*Gentiana Pneumonanthe* L.) (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. II, 1910, p. 149).

([3]) C'est Robiquet qui, le premier, réalisa la transformation d'une substance qu'il retira de certains végétaux, et qu'il nomma *orcine*, en une matière colorante nommée par lui *orcéine*. Il obtint cette transformation sous l'influence combinée de l'ammoniaque, de l'air et de l'eau (*Annales de Chimie et de Physique*, 1835, t. LVIII, p. 320).

Voici quelques expériences qui montrent l'influence que peuvent exercer sur la transformation de l'orcine en orcéine : 1° la surface de contact avec l'air; 2° la présence de peroxydase.

Dans les quatre essais rapportés ci-dessous, j'ai employé 2^{cm^3} d'une solution d'orcine à 2,8 pour 100, 6 gouttes d'ammoniaque concentrée, et, pour deux de ces essais, 1^{cm^3} d'une solution de peroxydase (de jeunes pousses d'orge).

I.

Au large contact de l'air (matras).

A.	NH^3 seule	pas d'orcéine (1)
B.	NH^3 + peroxydase	pas d'orcéine (1)

II.

En profondeur (tube à essai).

C.	NH^3 seule	orcéine, formation lente
D.	NH^3 + peroxydase	orcéine, formation rapide

On étend d'eau de manière à avoir partout un volume total de 3^{cm^3},5. Déjà, après quelques minutes, l'accélération de la réaction se manifeste par une teinte plus foncée dans B et D.

Lorsque l'on compare après 5 jours les produits C et D, en ayant soin de les diluer convenablement (0^{cm^3},2 dans 100 d'eau), on constate dans D la présence d'une forte proportion d'orcéine, alors que dans C le produit formé n'a encore acquis aucun des caractères de cette matière colorante. Ce n'est qu'au bout du sixième jour que l'orcéine apparaît à l'état de traces dans le produit qui ne renferme pas de catalyseur. L'accélération considérable dans la marche du phénomène a donc été obtenue grâce à la peroxydase. En effet, celle-ci chauffée pendant quelques minutes à la température de 100° perd la propriété de hâter la formation de matière colorante.

Pour avoir une idée de la marche de l'oxydation dans mes diverses expériences, j'ai mesuré au cours de celles-ci le volume d'oxygène absorbé; c'est ainsi que j'ai vu que dans l'expérience A il y a de 8 à 9 fois plus d'oxygène absorbé que dans C, dans l'espace de 48 heures. Dans les expériences B et D, on observe un écart très voisin et dans le même sens, mais grâce à la peroxydase, la proportion d'oxygène absorbé est ici un peu plus élevée.

Il ressort de ces faits que la quantité d'oxygène fixé dans les expériences C et D est bien moins considérable que dans les expériences A et B; or, c'est dans C et D qu'on observe la formation de matière colorante.

Conclusion. — Sans vouloir entrer ici dans de longues explications au sujet du mécanisme intime de l'action combinée de l'ammoniaque, de l'oxy-

---

(1) La teinture sur soie permet de déceler des traces de matière colorante dans A et B.

gène et de la peroxydase sur l'orcine, on peut affirmer que *dans les solutions étendues d'orcine* c'est une oxydation *très lente* par l'ammoniaque qui est la condition première de la formation d'orcéine. Lorsque sur cette action lente vient se greffer l'influence accélératrice de la peroxydase, celle-ci s'exerce bien plus par la formation de matière colorante que par une augmentation de l'oxygène absorbé.

PHYSIOLOGIE. — *Éveil tardif des centres bulbaires.*
Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Lorsqu'un nouveau-né ne respire pas aussitôt après la naissance, on éveille ses centres respiratoires bulbaires au moyen d'aspersions froides de la face, dont le nerf trijumeau transmet l'excitation au bulbe. C'est ce qu'on fait également pour la syncope des centres cardiaques. On peut aussi exciter la muqueuse nasale par l'éther, l'ammoniaque, l'iodure d'éthyle, le datura, etc., et faire ainsi cesser divers désarrois bulbaires, asthme, ébriété, palpitations, vertiges.

La cautérisation infiniment légère de la muqueuse nasale peut servir à éveiller tous les centres bulbaires et à mettre ainsi en branle ou à rectifier un très grand nombre de fonctions.

Un confrère m'a dernièrement confié son enfant, âgé de 12 jours, et qui n'avait encore pu ni têter ni boire correctement; la manœuvre de succion, par suite de l'inertie pharyngée, étant décomplétée et provoquant le vomissement immédiat. Cette fillette était, par inanition, descendue à la moitié de son poids initial. Elle avait, en plus, un peu de cornage, par suite de l'inertie glottique dans l'effort d'inspiration. Une légère cautérisation nasale fit disparaître le vomissement et la succion put se faire normalement, par rétablissement de l'équilibre fonctionnel. Une seconde, quelques jours après, fit disparaître le cornage, le bulbe ayant coordonné ses activités.

D'autres manœuvres musculaires peuvent également se régler très tardivement, surtout au niveau des sphincters. D'où les incontinences fécales et urinaires. Ce procédé permet de les résoudre souvent en une séance, comme je l'ai indiqué dans une Note à l'Académie des Sciences en 1909. J'ai vu ainsi, tout récemment, se guérir d'une incontinence d'urine datant de la naissance, un jeune homme qui avait été, pour ce trouble, soigné vainement à l'hôpital militaire et finalement réformé. La guérison apparut dès la nuit qui suivit la cautérisation. De tels cas sont loin d'être rares et la gué-

rison de ces incontinences, soit fécales, soit urinaires, même chez l'idiot, le myxœdémateux, l'épileptique, est de règle. Chez l'enfant qui tarde à être propre et chez l'adulte qui a gardé cette infirmité, au début même de certaines affections nerveuses, la guérison doit être extrêmement fréquente par le réveil ou par l'éveil des centres bulbaires. J'en ai souvent la preuve expérimentale.

On peut également éveiller ou réveiller les centres qui président aux diverses sécrétions externes ou internes. C'est ainsi qu'on peut, chez le nourrisson, faire disparaître l'intolérance digestive à l'égard de certains laits, ou plus tard, chez l'enfant et chez l'adulte, vis-à-vis de certaines espèces alimentaires. Il n'est guère de variété de dyspepsie que je n'aie vu ainsi céder, et du jour au lendemain; de même pour l'athrepsie, les entérites, la diarrhée verte, etc. Les centres nerveux affectés aux sécrétions microbicides, ou centres diaphylactiques, sont également susceptibles d'éveil et de réveil, et la défense organique vis-à-vis des diverses espèces microbiennes apparaît aussitôt, comme je l'ai montré dans mes précédentes publications.

De même, pour les sécrétions internes qui servent à la croissance, au développement intellectuel et physique. J'ai vu ainsi, chez l'idiot et le myxœdémateux, chez l'arriéré simple, chez l'épileptique, des modifications notables et extrêmement rapides. La maturation génitale est également influencée par ce procédé d'action directe sur les centres bulbaires. De même les perversions diathésiques, les retards dans la marche ou dans la parole.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Les lois du travail professionnel : expériences sur l'art du limeur.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Depuis une vingtaine d'années la science du moteur humain a fait de tels progrès qu'il n'est pas prématuré de l'appliquer au perfectionnement du travail professionnel, à l'obtention du rendement maximum. Grâce à la relation quantitative entre *l'oxygène consommé* par l'ouvrier et sa dépense d'énergie, grâce à l'emploi des procédés graphiques de Marey, nous pouvons évaluer les efforts musculaires, le travail utile et la dépense énergétique correspondante. Faisant varier ensuite chaque élément du travail, sa vitesse, sa durée totale, les attitudes de l'ouvrier, la forme et les dimen-

sions de l'outil, on cherche les conditions du travail maximum. Le nombre des *variables* est généralement très grand; les unes sont d'ordre mécanique, les autres physiologique. Il ne nous est pas possible, dans le cadre de cette Note, de développer la technique qui permet l'étude isolée de chacune de ces variables. Nous l'avons appliquée à la manœuvre de la *lime*, dite *lime demi-douce*, après avoir muni celle-ci de mécanismes dynamographiques appropriés; le coup de lime utilise une longueur de $0^m,26$ sur $0^m,34$, comprise entre deux curseurs caoutchoutés.

Le métal à limer est du *laiton*. D'autre part, la *soupape respiratoire*, mise en rapport avec deux spiromètres, fournit la mesure des échanges gazeux.

Du Mémoire qui sera bientôt publié, nous détachons les conclusions suivantes :

1° Le poids de limaille enlevée est généralement proportionnel au travail mécanique de l'outil, produit de la longueur utilisée ($0^m,26$) par la somme des composantes horizontales des efforts musculaires.

2° Le *rythme* des coups de lime modifie la quantité d'ouvrage et diffère d'un sujet à un autre. Jusqu'à 79 coups par minute, il accroît le travail.

3° La dépense d'énergie par kilogramme, ou bien par gramme de limaille *diminue* à mesure que le rythme augmente; elle est minimum à la cadence de 70.

4° L'attitude du corps, droite ou penchée, ses oscillations, sa distance à l'étau, l'inclinaison des bras sur l'outil, l'inégalité de leur action ou sa faible puissance, la position des pieds, modifient la dépense d'énergie.

5° Les conditions du rendement maximum sont : corps de l'ouvrier bien droit et sans raideur, distant de $0^m,20$ de l'étau, et ce dernier au niveau de l'ombilic; position des pieds telle que leur angle d'ouverture soit de 68°, et distance des talons égale à $0^m,25$ (pour l'adulte), bras gauche en complète extension et appuyant sur l'outil un peu plus que le bras droit : $7^{kg},500$ et $8^{kg},500$ avec un *effort utile* de 8^{kg}; retours à vide de la lime par un glissement léger et rythme de 70 pour les mouvements. Après 5 minutes de travail on donne 1 minute de *repos complet*, les bras tombant le long du corps. Dans la pratique, les ouvriers limeurs sont employés 8 heures et demie par jour, dont 7 de travail effectif. On calcule ainsi 65000^{kg} comme travail maximum ou 600^g de limaille de laiton, à raison d'une dépense de $0^c,023$ par kilogramme ou $2^c,50$ par gramme de limaille.

Suivant ces lois de travail économique, le bénéfice peut atteindre 66 pour 100 de la production journalière des *apprentis;* la fatigue est

réduite dans de larges proportions; respiration et pulsations subissent un accroissement moitié moindre; toute trace de douleur à l'avant-bras disparaît. Il s'établit un *régime* supprimant toutes les irrégularités de l'action musculaire.

Enfin, divers enseignements peuvent être tirés de l'analyse du coup de lime et des graphiques concernant des ouvriers différents par l'âge, l'expérience, la constitution physique.

Ajoutons que le professeur Imbert, de Montpellier, qui fit de très intéressantes recherches sur divers métiers, reconnut que les graphiques des efforts d'un apprenti manquent de régularité, aussi bien pour la lime que pour d'autres outils. Quant à l'influence des variables énumérées ci-dessus sur le rendement de l'ouvrier, Taylor, en Amérique, en fit une démonstration complète qui eut dans l'industrie un profond retentissement.

MÉDECINE. — *De l'inoculation intraveineuse des bacilles typhiques morts à l'homme.* Note de MM. **Charles Nicolle**, **A. Conor** et **E. Conseil**, présentée par M. Roux.

Nous avons précédemment montré (*Comptes rendus*, 24 juin 1912) que l'inoculation intraveineuse de cultures *vivantes* de vibrions ou de bacilles dysentériques se montrait inoffensive pour l'homme, du moins dans les conditions de nos expériences : microbes lavés, bien isolés par des centrifugations successives et en suspension dans une quantité notable d'eau physiologique. Non seulement une telle préparation est bien supportée, mais le développement des anticorps se fait de façon active et durable (1); en outre, quatre personnes ainsi traitées ont subi consécutivement l'ingestion de cultures pathogènes (trois de vibrions, une de bacilles dysentériques) sans ressentir aucun malaise et sans que nous ayons décelé la présence dans leurs selles des microbes ingérés.

Encouragés par ces résultats, nous avons étendu au bacille typhique notre méthode, avec cette différence qu'en pratique (et bien qu'un nombre encore restreint d'expériences nous ait montré l'innocuité des microbes vivants) nous n'avons fait emploi que de cultures *mortes*.

---

(1) Après 7 mois, chez nos vaccinés, le pouvoir bactéricide dépasse encore 100000.

L'échantillon de bacille typhique utilisé (nº 5) avait été isolé en 1905, d'un cas mortel de fièvre typhoïde africaine (Nicolle, Cathoire). Nous l'avons employé après chauffage, d'abord de 45 minutes à 55°, puis de 30 minutes à 52°; nous nous sommes en effet rendu compte que la réaction était moins vive, lorsque la chaleur agissait à moindre température et moins longtemps. A 52°, dans le temps indiqué, la stérilisation est complète.

L'émulsion en eau physiologique, une fois chauffée, est soumise à trois centrifugations successives (suivant la méthode exposée par nous dans notre Note précédente), de façon à obtenir une émulsion de corps bacillaires parfaitement isolés et bien lavés; cette émulsion doit présenter le même trouble que celles qui servent au sérodiagnostic. Une goutte d'un tel produit représente 400 à 500 millions de microbes (1).

Soixante personnes, appartenant à toutes les races qui habitent la Régence, dont un quart d'enfants au-dessus de 8 ans, ont été admises à ce nouveau traitement. Deux inoculations intraveineuses leur étaient pratiquées à 15 jours d'intervalle, la première d'une goutte d'émulsion diluée dans 10^{cm^3} (2) d'eau physiologique à 8 pour 100, la seconde de trois gouttes dans la même quantité de véhicule (pour les enfants au-dessous de 10 ans, dose moitié moindre).

Les réactions consécutives ont été de nature identique à celles qu'on observe à la suite de l'inoculation des vibrions vivants (sensation de froid, fièvre légère, céphalée, courbature), un peu plus fortes cependant, mais nullement plus accentuées que dans les autres méthodes actuellement en usage. Les enfants sont moins sensibles que les adultes. On réduit la réaction au minimum en employant, pour la préparation des vaccins, des tubes d'agar *sans peptone* (Besredka).

La production des anticorps est notable; dès la première inoculation, elle égale celle qu'on note après la cinquième dans la méthode si efficace de M. Vincent. Un avantage de notre procédé est l'*absence de toute réaction et douleurs locales*.

A la suite de ces essais, nous avons créé un service public de vaccinations antityphoïdiques, basé sur cette méthode (cultures mortes); il fonctionne régulièrement à l'Institut Pasteur de Tunis.

---

(1) Et non 400000, comme nous l'a fait dire une faute typographique dans notre dernière Note.

(2) Nous avons abaissé à 10^{cm^3} la masse du véhicule qui était de 50 dans nos expériences de vaccination anticholérique.

MÉDECINE. — *Sur la polyvalence des sérums antityphiques.* Note de MM. **Auguste Lumière** et **Jean Chevrotier**, présentée par M. Roux.

Les auteurs qui se sont occupés de préparer des sérums antityphiques au cours de ces dernières années tendent à utiliser, pour l'immunisation des animaux producteurs d'anticorps, des races de bacilles d'Eberth de provenances diverses mélangées à des souches différentes de bacilles paratyphiques, attachant une importance de plus en plus grande à la polyvalence des sérums ainsi obtenus.

Il nous a semblé intéressant d'élargir cette idée de polyvalence en ne la limitant pas aux seules races de bacilles d'Eberth et de paratyphique et en y comprenant encore le bacille *Coli*.

A cet effet, nous avons immunisé des animaux par l'injection intraveineuse, à 8 jours d'intervalle, de doses croissantes (de $0^{cm^3},25$ à $2^{cm^3},25$, chez l'âne) d'un mélange de 17 souches différentes de bacilles d'Eberth, de paratyphique et de *Coli;* un animal témoin ne recevait, dans les mêmes conditions, que du bacille d'Eberth.

Trois semaines après la dernière inoculation, les animaux ont été saignés et les sérums étudiés au point de vue de leurs propriétés préventives.

Les résultats de ces expériences sont très succinctement résumés ci-après :

a. Détermination de la virulence des cultures employées :

Nous avons utilisé des cultures de 48 heures en bouillon provenant elles-mêmes de cultures de 24 heures sur agar; pour exalter la virulence de ces cultures, on a eu recours au procédé de Vincent, qui consiste à injecter dans le péritoine 3^{cm^3} d'une solution de chlorure de sodium à 10 pour 100 en même temps que la culture [1].

Les doses de cultures administrées dans ces conditions, nécessaires pour tuer le cobaye en 24 heures, ont été les suivantes :

$\frac{3}{4}$ cm^3 pour le mélange des cultures de bacilles d'Eberth,
$\frac{1}{4}$ cm^3 » » de *Coli*,
$\frac{1}{10}$ cm^3 » » de paratyphique.

Dans les mêmes conditions, un mélange composé du tiers de la dose mortelle limite de chacun des groupes de cultures, tue invariablement le cobaye en 24 heures; avec des doses plus faibles, les animaux survivent.

---

(1) Vincent, *Comptes rendus*, 1910, p. 356.

Les toxicités propres de chaque culture paraissent donc s'ajouter intégralement.

b. Pouvoir préventif du sérum :

Notre sérum polyvalent donné en injections sous-cutanées 24 heures avant les cultures à la dose de $\frac{1}{10}$ cm³ préserve non seulement de la septicémie expérimentale les cobayes auxquels on administre une dose mortelle, soit de bacilles d'Eberth, soit de bacilles paratyphiques, soit de *Coli*, mais encore ceux qui reçoivent trois fois la dose mortelle du mélange des cultures, c'est-à-dire une dose mortelle de chacun des mélanges septiques.

Le sérum monovalent, provenant de l'animal traité par les bacilles d'Eberth seuls, immunise bien contre la septicémie éberthienne pure, mais se trouve sans action sur les infections paratyphiques et coliques, ainsi que sur l'infection mixte résultant de l'emploi des trois groupes de micro-organismes.

Les propriétés antitoxiques se rapportant à chacune des espèces microbiennes se rencontrent, par conséquent, rigoureusement réunies dans le sérum polyvalent.

Administré en même temps que les cultures, le sérum est encore efficace, mais son action curative limite, lorsqu'on l'utilise 6 heures après l'injection, n'est effective que si le sérum est donné en injection intraveineuse.

Cette immunisation synergique intégrale nous semble très importante au point de vue de ses applications, étant donné le rôle des associations microbiennes dans les maladies infectieuses.

Nous en poursuivons actuellement l'étude en ce qui regarde tout d'abord les bacilles de Löffler, le streptocoque et le staphylocoque associés, et nous comptons étendre ensuite notre expérimentation aux infections mixtes les plus diverses.

Dans un ordre d'idées parallèles, nous publierons prochainement nos essais de vaccination antityphocolique polyvalente, dont les résultats semblent dès maintenant s'accorder avec les expériences précédentes.

ANTHROPOLOGIE. — *Étude et mensurations de* 100 *vagabonds français.* Note de MM. A. **Marie** et **Léon Mac-Auliffe**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons étudié les photographies au $\frac{1}{7}$ et les mensurations de 100 vagabonds français dont on trouvera ci-après les lieux d'origine. Ces mensurations nous ont été fournies par le Service anthropométrique de la Préfecture de police.

L'étude morphologique de ces individus permet de les considérer dans

leur ensemble comme ayant eu un développement physique irrégulier. 53 d'entre eux sont des types absolument indécis, 7 étaient des cérébraux très déformés, porteurs d'asymétries considérables et quelques-uns microcéphales; 37 peuvent être rangés parmi les musculaires; mais chez ceux-ci, l'étude des segments des membres révèle des allongements ou des raccourcissements monstrueux; 2 étaient des digestifs; 1 seul respiratoire.

Sur 100, 12 étaient macrocéphales, 4 microcéphales; 59 présentaient de l'asymétrie faciale, 49 avaient les yeux bleus ou à peine piquetés de jaune, 19 seulement présentaient un iris de couleur foncée allant du marron en cercle au marron absolu; les cheveux ont été trouvés châtains 73 fois et blonds 22 fois; 2 étaient roux, 2 seulement étaient porteurs de cheveux noirs.

Fait très curieux, sur cet ensemble de 100 individus (dont plus des trois quarts avaient entre 30 et 59 ans) 5 seulement avaient les cheveux gris.

Ces mensurations n'ont révélé aucune caractéristique véritable; néanmoins le crâne était, au point de vue de la largeur, dans les extrêmes; 37 étaient petits, 48 grands; la taille en majorité petite et l'envergure moyenne; les pieds grands 46 fois sur 100.

Certains de ces individus avaient encouru jusqu'à 80 condamnations pour vagabondage.

Sur 100 *vagabonds.*

Taille	petite	47
	moyenne	25
	grande	28
Envergure	petite	17
	moyenne	46
	grande	37
Buste	petit	35
	moyen	41
	grand	24
Longueur de tête	petite	37
	moyenne	27
	grande	36
Largeur de tête	petite	37
	moyenne	15
	grande	48
Pied gauche	petit	28
	moyen	26
	grand	46

Médius gauche	petit	32
	moyen	24
	grand	44
Auriculaire	petit	30
	moyen	28
	grand	42
Coudée gauche	petite	26
	moyenne	38
	grande	36
Couleur des cheveux	roux	2
	noirs	2
	blonds	22
	chatains	73
	gris de 20 à 29 ans	1
	gris de 30 à 39 ans	4
	gris de 40 à 49 ans	4
	gris de 50 à 59 ans	1

Couleur de l'iris gauche. N°s	
1	26
2	14
3	22
4	19
5	8
6	10
7	1

Types.	
Indécis	53
Cérébral	7
Digestif	2
Musculaire	37
Respiratoire	1
Asymétrie D	25
Asymétrie G	34
Macrocéphales	12+
Microcéphales	4+

Départements d'origine.		Départements d'origine.	
Rhône	6	Seine-Inférieure	5
Seine	14	Nord	4
Deux-Sèvres	1	Vosges	1
Isère	1	Côtes-du-Nord	3
Vienne	1	Saône-et-Loire	1
Allier	1	Alpes-Maritimes	1
Morbihan	3	Calvados	2
Meurthe-et-Moselle	3	Charente	1
Oise	3	Haute-Garonne	1
Orne	4	Seine-et-Marne	1
Seine-et-Oise	6	Aveyron	1
Somme	3	Aube	1
Ille-et-Vilaine	2	Loire-Inférieure	4
Sarthe	2	Haut-Rhin	1
Bouches-du-Rhône	1	Hérault	1
Maine-et-Loire	2	Indre	1
Loiret	1	Basses-Pyrénées	1
Aisne	1	Eure	2
Alsace-Lorraine	2	Corrèze	1
Eure-et-Loir	1	Haute-Saône	1
Côte-d'Or	1	Gard	1
Puy-de-Dôme	1	Hautes-Pyrénées	1
Finistère	1	Algérie	1

Total 98

SISMOLOGIE. — *Tremblements de terre d'origine épirogénique probable dans le Michigan et le Wisconsin.* Note de M. **de Montessus de Ballore**, présentée par M. Barrois.

Le Michigan et le Wisconsin sont le théâtre de rares et faibles tremblements de terre; ils forment donc une région nettement pénésismique, ainsi qu'il doit en être d'un territoire dont les dernières vicissitudes tectoniques d'importance datent de l'époque précambrienne, et qui est situé au bord du bouclier canadien. Parmi les séismes dont Hobbs ([1]) a fait le catalogue et la description, il en est au moins un dont l'extension, peut-être 1000^{km} de diamètre pour l'aire d'ébranlement macroséiste, et certains effets locaux, torsion de voie ferrée et effondrement notable à la mine Atlantic de la presqu'île de Keweenaw, généralement propres aux grands désastres, sont peu en rapport avec ce caractère de stabilité sismique : c'est celui du 26 mai 1906.

Les ingénieurs du pays considèrent les rares séismes en question comme dus aux *Airblasts*, ou *Bergschläge*, fréquents dans cette région minière. Ce seraient des tremblements de terre d'origine artificielle, causés par l'exploitation même des mines. Cette explication est inadmissible, ces phénomènes particuliers ne donnent jamais lieu qu'à des secousses aussi faibles que peu étendues. Le tremblement de terre dont il s'agit a donc, au contraire, provoqué le *coup de mine* observé, ainsi que les effets locaux plus haut mentionnés.

Ainsi écartées l'hypothèse de l'exploitation des mines et celle de l'origine tectonique, il n'en est plus qu'une seule possible, celle d'une relation avec les simples mouvements épirogéniques dont la région a été le théâtre pendant la période glaciaire. Or, précisément, les charnières de ces mouvements si récents, en même temps qu'elles émigraient vers le Nord avec le retrait de la calotte glaciaire, ont occupé successivement le Michigan et le Wisconsin, et une des plus récentes, non seulement suit la rive méridionale actuelle du Lac Supérieur, mais traverse la presqu'île de Keweenaw, épicentre probable du séisme du 26 mai 1906.

([1]) Hobbs, *Earthquakes in Michigan* (*Michigan geological and biological Survey*; Publ. 5, geol. series, t. III, p. 69. Lansing, 1911).

L'observation a sa valeur, et l'on semble ainsi très légitimement fondé à penser que ces séismes sont en relation directe avec les mouvements épirogéniques manifestés en particulier par le développement des systèmes de terrasses tout autour des Grands Lacs américains, ou mieux, en représentent une sorte de survivance posthume.

On doit aussi admettre qu'il en est de même sur tout le reste du pourtour, Bas Saint-Laurent par exemple, et probablement aussi sur les bords du bouclier scandinave pour les séismes du littoral occidental du golfe de Bothnie et de la Scanie.

Il semble donc que les mouvements épirogéniques doivent jouer un rôle important dans les causes d'instabilité sismique et qu'il s'agit là d'un nouveau et vaste champ de recherches pour la sismologie géologique.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la migration verticale des animaux bathypélagiques.* Note de M. **Bourée**, présentée par le Prince de Monaco.

Au cours des deux dernières croisières scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco à bord de son yacht *Hirondelle*, nous avons procédé à plusieurs séries de pêches faites de jour et de nuit à des profondeurs semblables. L'engin employé a été le filet de remorque Bourée, qui, immergé à une profondeur déterminée (500^m, 1000^m par exemple), a été remorqué pendant 1 heure à la vitesse de 4 nœuds et rentré ensuite à bord. L'examen des animaux recueillis m'a conduit aux constatations qu'on verra plus loin.

Plusieurs fois nous avons complété ces séries par une pêche pratiquée très près du fond pour avoir des spécimens de la faune existant entre 3000^m par exemple et la surface, et ceci nous a permis de voir quels étaient ceux des animaux habitant cette région de l'Océan qui paraissent pouvoir changer rapidement de zone pendant la nuit, tandis que d'autres n'en changent peut-être pas.

Voici, à titre d'exemples typiques, les résultats de deux séries d'opérations effectuées de la sorte (les animaux à organes lumineux sont en italiques).

1° Stations aux environs de San Miguel (Açores) au-dessus d'un fond de 2000^m :

a. Pêche *de nuit* entre 500^m et la surface : Poissons : 15 *argyropelecus*, 2 *gonostoma polyphos*, 2 némichtydés, 1 eustomias. — Crustacés : 10 *systellaspis*, 9 sergestides, 6 acantephyra, plusieurs phronyma et une crevette. En outre, quelques *calemars*.

b. Pêche *de jour* entre 500ᵐ et la surface : quelques salpes, méduses de surface et phronyma.

2° Stations aux abords de la fosse de Monaco (Atlantique) au-dessus d'un fond de 5200ᵐ :

a. De *jour* entre 2000ᵐ et la surface : Poissons : 1 *gonostoma polyphos*, 1 *chauliodus*, 1 *cyclothone microdon*, 1 *scopélidé*, 2 *sternoptyx*, 1 némichtydé, 1 syema atrum, 2 gastrotomus. — Crustacés : 3 acantephyra, 1 eucopia. — Divers. Un céphalopode et un leptocéphale.

b. Entre la surface et 1000ᵐ (*de jour*) : un leptocéphale, 1 petit némichtydé, 1 *argyropelecus*, 1 *chauliodus*, 1 *cyclotone microdon*, 1 crevette. (Tous les spécimens de cette pêche presque nulle étant d'ailleurs trop petits, le coup de filet de jour entre 0ᵐ et 500ᵐ devenait inutile, puisque le filet avait déjà parcouru cette zone.)

c. Entre la surface et 1000ᵐ (*de nuit*) : Poissons : 2 *idiacanthus*, 1 *gonostoma polyphos*, 11 *chauliodus*, 8 *argyropelecus*, 2 *scopelus*, 1 *cyclothone microdon*, 1 mélanphaes, 1 poisson non déterminé. — Crustacés : 1 *systellaspis*, 7 acantephyra, 11 sergestides, 1 gnatophausia. — Poulpes : 1 *chiroteuthis* et 1 *histioteuthis*. Enfin de nombreux *pyrosomes*.

d. Entre la surface et 500ᵐ (*de nuit*) : Poissons : 2 *idiacanthus*, 2 eustomias, 1 *gonostoma*, 2 *scopelus*, 5 *chauliodus*, 1 *vinciguerria*, 5 poissons non déterminés, 3 larves. — Crustacés : 4 *systellaspis* et, en outre, 2 *calmars*.

e. Entre la surface et 250ᵐ (*de nuit*) : Poissons : 5 *idiacanthus*, 1 *malacosteus*, quelques petits poissons et larves, 1 *stomias boa*. — Divers : 1 leptocéphale et un céphalopode incolore.

Diverses opérations similaires, en d'autres lieux, ayant donné des résultats analogues, j'ai été amené à tirer certaines conclusions et à émettre quelques hypothèses qui ressortent clairement de l'examen qualitatif de chacun de ces coups de filet.

Ces conclusions sont les suivantes :

1° Les pêches pratiquées *de jour* jusqu'à 1000ᵐ au-dessus de grands fonds préalablement reconnus riches ont été à peu près improductives en animaux bathypélagiques, à l'exception de rares spécimens généralement petits ou de quelques animaux qui habitent peut-être cette zone à l'état normal. Au contraire, les pêches *de nuit* ont été très abondantes jusque tout près de la surface.

Il en résulte que de nombreux animaux, et notamment des poissons dont l'habitat normal pendant le jour est situé à une profondeur dépassant 1000ᵐ,

montent pendant la nuit à une faible distance de la surface ([1]). On voit donc qu'en l'espace de quelques heures ces êtres peuvent subir une variation de pression d'une centaine de kilogrammes au moins par centimètre carré et passer de la température de 6° environ à celle de 17° et même plus. Cette dernière constatation contredit la croyance assez généralement répandue qui veut que les animaux de chaque espèce vivent à des températures à peu près constantes.

2° Certaines espèces (comme les *gastrotomus* par exemple) n'ont pas été capturées par nous, de nuit, entre la surface et 1000^m; il est donc possible que certains animaux n'obéissent pas à cette loi de la migration verticale; mais j'ai été frappé de ce fait que les poissons bathypélagiques à organes lumineux paraissaient la suivre. Or les dernières recherches sur la pénétration de la lumière dans l'eau ont prouvé que certains rayons du spectre solaire pouvaient être décelés jusqu'à 1000^m de fond. Cette zone de 1^{km} peut donc être habitée d'une façon permanente par diverses espèces dont les organes visuels se sont adaptés de façon à percevoir la faible lumière régnant dans le milieu mais qui se trouvent dans les ténèbres lorsque le soleil s'est couché ou lorsque son obliquité est suffisamment accentuée. A ce moment on peut supposer que les animaux lumineux des couches plus basses remontent dans la zone devenue obscure pour y chercher leur alimentation en attirant leurs proies grâce à la phosphorescence qu'ils émettent. N'est-ce pas de la sorte et pour des raisons analogues que certains pêcheurs attendent la nuit pour pratiquer l'opération si destructive de la pêche au feu?

3° Deux coups de filet donnés par nous de jour et de nuit à 1000^m et à 500^m au-dessus d'un fond de 1200^m (situé à proximité de grands fonds riches) ne nous ont rapporté que de très rares et de très petits spécimens d'espèces bathypélagiques dont c'était peut-être l'habitat normal.

Ce fait tend à prouver que la migration nocturne des animaux de grand fond est exclusivement verticale.

Une très intéressante méthode de travail consisterait donc à effectuer des séries de pêches, à des profondeurs diverses, de jour et de nuit, au moyen d'un filet de remorque immergé par des fonds régulièrement croissants (1000^m, 1500^m, 2000^m, 2500^m, etc.).

On aurait ainsi un moyen de vérifier les conclusions formulées dans les

([1]) Murray a pris un *idiacanthus* la nuit à 50^m de la surface et des *stomias* lumineux sont souvent trouvés dans les filets à anchois dont la pêche se pratique la nuit.

deux derniers paragraphes de cette Note et qu'un nombre encore trop restreint d'observations ne me permet d'énoncer qu'à titre d'hypothèses très probables.

Cette façon de procéder, complétée par une statistique des captures faites à chaque station, donnerait rapidement une idée de l'habitat normal de chaque espèce de poissons bathypélagiques dont la présence nocturne près de la surface ne serait sans doute constatée qu'au-dessus des grands fonds où ils ont besoin de pouvoir se réfugier pendant le jour.

M. Albert Nodon adresse, par l'entremise de M. *Branly*, une Note intitulée : *Magnétomètre pour les études météorologiques. Description de l'appareil, ses applications à la Physique du globe et à la prévision du temps.*

M. René Arnoux adresse une Note intitulée : *La sécurité en aéroplane. Nouvelle méthode de conduite par le moteur supprimant les manœuvres dangereuses de la méthode actuelle.*

M. Witold Jarkowski adresse une Note intitulée : *Équation du barogramme de la montée d'un aéroplane.*

(Ces deux Notes sont renvoyées à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 NOVEMBRE 1912.

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. *Statistique générale de la France. Statistique des familles en* 1906. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 vol. in-4°.

Ministère de l'Instruction publique. *Annales du Bureau central météorologique de France*, publiées par M. A. ANGOT; année 1910 : II. *Observations*. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-4°.

Mémoire au sujet du navire à vapeur sur son cercle de giration : Forces en jeu, angles de dérive et d'inclinaison, par L.-E. BERTIN, Membre de l'Institut, Directeur du Génie maritime. (Extr. du *Mémorial du Génie maritime;* fasc. XIV.) Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Bibliothèque nationale. *Catalogue des manuscrits éthiopiens de la collection* ANTOINE D'ABBADIE, par M. CHAÎNE. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. H. Omont.)

Leçons de Chimie à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales, par HENRI GAUTIER et GEORGES CHARPY; 5e édition, revue et mise à jour par G. CHARPY. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Sur la constance de la radiation solaire, par M. ÉMILE SCHWŒRER. Madrid, 1911; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Conspectus floræ africæ, ou énumération des plantes d'Afrique, par TH. DURAND et HANS SCHINZ. Tome I (2e partie) : *Dicotylédones* (Ranunculaceæ. Frankeniaceæ). — Tome V : *Monocotyledoneæ et Gymnospermeæ*. Bruxelles, Jardin botanique de l'État; Paris, Paul Klincksieck; Berlin, R. Friedlender et fils, 1895-1898; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem, de la part des héritiers Th. Durand.)

The danish Ingolf-Expedition. Tome II, part 5 : *Lamellibranchiata*, part 1, by AD.-S. JENSEN. — Tome V, part 3 : *Ceriantharia*, by OSKAR CARLGREN. Copenhague, H. Hagerup, 1912; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Le Volvox, par CHARLES JANET. Limoges, Decourcieux et Gout, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'origine et le système phylétique des Angiospermes, exposés à l'aide de leur arbre généalogique, par HANS HALLIER. (Extr. des *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles;* série III, B, t. I, p. 146, novembre 1912.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Pour chronomètres marins : Spiral cylindrique double, ANDRADE. S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. J. Andrade.)

Mesure de l'équilibre des circuits tétéphoniques, par M. BÉLA GÁTI. Paris, A. Dumas, 1912; 1 fasc. in-8°.

The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris, for the year 1915, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich.* Édimbourg, 1912; 1 vol. in-8°.

The Tokyo imperial University Calendar, 2571-2572 (1911-1912), published biennialty by the University. Tokyo, Z.-P. Maruya et Cie; 1 vol. in-8°.

U. S. Department of Agriculture. *Weather Bureau;* Bulletin W : *Summaries of climatological data by sections;* t. I and II. Washington, 1912; 2 vol. in-4°. (En feuilles.)

ERRATA.

—

(Séance du 10 juin 1912.)

Note de MM. *Daniel Berthelot* et *Henry Gaudechon*, Sur le rôle de la longueur d'onde dans les réactions photochimiques, etc. :

Page 1599, ligne 16, *au lieu de* 0,3 microfarad, *lire* 0,003 microfarad.

(Séance du 7 octobre 1912.)

Note de M. *N. Saltykow*, Sur la théorie des équations partielles :

Page 639, lignes 15 et 16, *au lieu de* les intégrales qu'on obtient pour le système linéaire correspondant sont les mêmes, *lire* les intégrales complètes qu'on obtient sont les mêmes.